



**TUGAS AKHIR - RE091324**

**KAJIAN PENGOLAHAN SAMPAH DI TPST  
MULYOAGUNG BERSATU, KECAMATAN DAU,  
KABUPATEN MALANG**

**MUHAMMAD DARMAWAN  
NRP. 3310 100 010**

**Dosen Pembimbing  
Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M. AppSc.**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2014**



**FINAL PROJECT - RE091324**

**STUDY ON SOLID WASTE TREATMENT IN  
MULYOAGUNG BERSATU RECYCLING FACILITY  
IN DAU SUB-DISTRICT, MALANG DISTRICT**

**MUHAMMAD DARMAWAN  
NRP. 3310 100 010**

**Supervisor  
Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M. AppSc.**

**DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2014**

**Kajian Pengolahan Sampah di TPST Mulyoagung  
Bersatu, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**MUHAMMAD DARMAWAN**  
NRP. 3310 100 010

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:



Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc  
NIP : 195307061984032004



## **Kajian Pengolahan Sampah di TPST Mulyoagung Bersatu, Kecamatan Dau. Kabupaten Malang**

**Nama** : Muhammad Darmawan  
**NRP** : 3310.100.010  
**Jurusan** : Teknik Lingkungan  
**Dosen Pembimbing** : Prof. Dr. Yulinah T., MAppSc

### **ABSTRAK**

TPST Mulyoagung Bersatu terletak di antara Kota Malang dan Kota Batu. Pada saat ini TPST tersebut telah melakukan pemilahan dan pengolahan sampah, serta menghasilkan kompos, sampah makanan untuk pakan ternak, dan sampah kering yang dijual ke rekanan. Sampah residu dibuang ke TPA. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan laju timbunan dan komposisi sampah yang diolah dan jenis produk yang dihasilkan, melakukan analisis finansial, serta melakukan proyeksi pelayanan TPST.

Data yang dibutuhkan adalah timbunan sampah yang masuk, berat jenis sampah, komposisi sampah, tahap-tahap pengolahan sampah dan jenis hasil olahan yang dihasilkan, jumlah fasilitas pengolahan, jumlah dan jenis residu, serta jumlah SDM dan organisasi. Data penunjang lainnya yang dibutuhkan adalah kuantitas sampah yang diolah selama 3 tahun terakhir, produktivitas pengolahan sampah, serta daerah pelayanan TPST, serta peta dan keadaan topografi Kecamatan Dau. Pengambilan data timbunan sampah dilakukan selama 8 hari berturut-turut. Data tersebut akan digunakan untuk mengkaji aspek teknis dan aspek finansial di TPST Mulyoagung Bersatu.

Kuantitas volume sampah di TPST Mulyoagung Bersatu pada saat ini adalah 55 m<sup>3</sup>/hari, atau 11.86 ton/hari. Komposisi sampah yang masuk adalah: sampah basah (68.24%), sampah plastik (11.54%), sampah kertas (7.48%), *diapers* (7.08%), kayu (0.60%), kabel (0.07%), *styrofoam* (0.32%), sampah B3 (0.40%),

kain/tekstil (1.53%), kaca (1.34%), karet (0.25%), kaleng (0.15%), logam (0.13%), dan kulit (0.05%). Pengolahan sampah menghasilkan produk berupa kompos (6.1 ton/hari), hasil pemilahan limbah nasi (1.8 ton/hari) dan sampah kering (2.4 ton/hari). Produk tersebut dijual ke rekanan setempat. Perhitungan kelayakan finansial dengan metode NPV menunjukkan nilai NPV <0, sehingga operasi TPST pada kondisi eksisting masih dikatakan belum layak. Proyeksi pelayanan TPST menunjukkan TPST dapat meningkatkan kapasitas pelayanannya pada tahun 2018 dengan kapasitas 72 m<sup>3</sup>/hari.

**Kata kunci: fasilitas pengolahan, permukiman, sampah**

## **Study on Solid Waste Treatment in Mulyoagung Bersatu Recycling Facility in Dau Sub-District, Malang District**

**Name** : Muhammad Darmawan  
**Student ID** : 3310.100.010  
**Department** : Environmental Engineering  
**Supervisor** : Prof. Dr. Yulinaht., MAppSc

### **ABSTRACT**

Mulyoagung Bersatu is a solid waste (SW) recycling facility, which is located between Malang City and Batu City. At present, this facility has conducted residential SW sorting, composting, and providing food waste scraps for animal feed, and recyclable waste components for sale. The SW residue is disposed of to landfill. This study aims to measure the quantity and composition of the incoming SW, the types of products, to conduct the financial analysis of the waste treatment, and to develop the existing services.

The required data were the amount of incoming SW, the density and composition of SW, the processing stages and the types of products, the number of processing facilities, the amount and type of residues, the number of staff, and the organization of the facility. The required supporting data were the incoming SW quantities during the last 3 years, the productivity, the service area, maps and topography of the Dau Sub-District. The incoming SW quantity data were measured in 8 consecutive days. These data were used for analyzing the technical and financial aspects in the study area.

The incoming SW quantity was up to 55 m<sup>3</sup>/day, or 11.86 tons/day. Composition of the SW was as the following: biodegradable waste material (68.24%), plastics (11.54%), paper (7.48%), diapers (7.08%), woods (0.60%), cables (0.07%), styrofoam (0.32%), hazardous waste (0.40%), textiles (1.53%), glass (1.34%), rubber (0.25%), cans (0.15%), metals (0.13%),

and leather (0.05%). The products consisted of compost (6.1 tons/day), sorted food waste (1.8 tons/day) and recyclable waste materials (2.4 tons/day). These products were sold to the local business partner. The financial analysis using NPV method showed NPV of lower than 0. This meant that the current recycling activity was not feasible to operate. This SW recycling facility showed an increasing number of capacity to be 72 m<sup>3</sup>/day in 2018.

**Keywords : recycling facility, residential, solid waste**

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas perlindungan, ilmu, bimbingan, rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Kajian Pengolahan Sampah Rumah Tangga di TPST Mulyoagung Bersatu, Kecamatan Dau Kabupaten Malang” dengan lancar. Tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran penulisan laporan tugas akhir ini, yakni :

1. Ibu Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M. AppSc. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang membimbing pelaksanaan tugas akhir.
2. Ibu Dr.Ir Ellina Pandebesie, MT; Ibu Susi Agustina W, ST.MT; dan Bapak Arseto Yekti Bagastyo, ST. MT.,M. Phil. Ph.D selaku dosen penguji tugas akhir yang telah memberikan masukan selama tugas akhir dilakukan.
3. Bapak Dr. Ali Masduqi, ST. MT selaku dosen wali yang telah membimbing penulis dari semester satu hingga semester delapan.
4. Bapak Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE.,M.Sc.,Ph.D. selaku kepala jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS yang telah membantu dalam perijinan tugas akhir.
5. Bapak Alfian Purnomo, ST. MT selaku koordinator tugas akhir yang telah membantu perijinan tugas akhir.
6. Pihak KSM TPST Mulyoagung dan Dinas Kabupaten Malang yang telah membantu memberikan data primer dan sekunder dalam penyusunan laporan tugas akhir.
7. Bapak Hardianto, ST. MT dan teman-teman ITN (Mardan, Ando, Dimas, Ir, Ama, dan Emi) yang telah membantu proses sampling di lapangan



8. Bapak Drajat Surapati, SE dan Ibu Erma Salampessy, SE selaku orang tua yang telah membesarkan dan mendidik penulis selama 20 tahun dan selalu memberikan dukungan baik semangat dan materi, serta doa selama pelaksanaan tugas akhir.
9. Adik-adikku (Muhammad Satria Mandala, Norma Islamiah, dan Fadhila Safitri) serta keluarga besar penulis yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis.
10. Teman-teman satu pembimbing tugas akhir (I Made Wahyu Wijaya, Komang Ritayani, Patricia P.J.H, Mia Ayudis S.H, dan Prasidya Tyanto M.P) yang telah berjuang bersama dalam menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
11. Sahabat-sahabat baik di SMP, SMA, dan di kampus ITS yang telah mendukung selama tugas akhir ini dilakukan.
12. Detektif Cilik *and Friends*, Sobat 5 Km, *Geng Kancil*, *Hubluers*, IMTLI, dll yang selalu setia memberi masukan dan saran serta semangat.
13. Teman angkatan 2010 yang selalu memberikan dukungan dan dorongan, serta berjuang dalam mencapai Wisuda ITS yang ke-110 (Amin).
14. Semua pihak yang membantu dalam pelaksanaan tugas akhir walaupun tidak dapat disebut satu per satu.

Penulis berharap adanya kritik dan saran dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini bermanfaat. Terima Kasih.

**Surabaya, Juli 2014**

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Ruang Lingkup .....	5
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Sampah .....	7
2.2 Sumber Sampah.....	9
2.3 Komposisi dan Karakteristik Sampah .....	10
2.4 Pengelolaan Sampah.....	17
2.4.1 Pengolahan Sampah .....	20
2.4.2 TPST (Tempat Pengolahan Sampah Terpadu) .....	23
2.5 Kondisi Eksisting TPST Mulyoagung Bersatu.....	26

2.6 Pengukuran Timbulan Sampah.....	32
2.7 Perhitungan Analisis Finansial .....	33
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>37</b>
3.1 Deskripsi Penelitian.....	35
3.2 Tahapan Penelitian .....	37
3.3 Studi Literatur.....	38
3.4 Pengambilan Data.....	39
3.4.1 Data Primer.....	39
3.4.2 Data Sekunder.....	41
3.5 Analisis Data dan Pembahasan.....	42
3.6 Kesimpulan dan Saran.....	43
3.7 Penulisan Laporan .....	43
<b>BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>47</b>
4.1 Sumber dan Volume Sampah Yang Diolah.....	45
4.1.1 Data Volume Sampah Yang Telah Diolah .....	45
4.1.2 Data SDM TPST Mulyoagung Bersatu .....	48
4.1.3 Data Fasilitas Pengumpulan Dan Pengolahan Sampah .....	49
4.2 Analisis Aspek Teknis.....	54
4.2.1 Data Volume, Berat, dan Berat Jenis Sampah.....	54
4.2.2 Anaisis Komposisi Sampah .....	58
4.2.3 Analisis <i>Mass Balance</i> dan Potensi Daur Ulang Sampah .....	60

4.3 Tahap Pengolahan Sampah di TPST Mulyoagung Bersatu .....	66
4.3.1 Sampah Basah .....	68
4.3.2 Sampah Kering .....	69
4.4 Proyeksi Penduduk .....	75
4.5 Perhitungan Analisis Finansial .....	102
4.5.1 Biaya Pemasukan .....	103
4.5.2 Biaya Pengeluaran .....	109
4. 5.3 Hasil Perhitungan Analisis Finansial .....	114
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>125</b>
5.1 Kesimpulan .....	125
5.2 Saran .....	125
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>127</b>

**“Halaman Sengaja Dikosongkan”**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Persentase Komponen Sampah Perkotaan Menurut Berat.....	13
Tabel 2. 2 Persentase Komponen Sampah Perkotaan Menurut Volume.....	14
Tabel 2. 3 Tipikal Densitas Sampah.....	15
Tabel 2. 4 Data Perolehan Sumber Dana TPST Mulyoagung Bersatu .....	30
Tabel 4. 1 Volume Sampah Yang Dikelola 3 Tahun Terakhir....	45
Tabel 4. 2 Data Jumlah Tenaga Kerja TPST Mulyoagung Bersatu .....	48
Tabel 4. 3 Data Perhitungan Jumlah Fasilitas TPST Mulyoagung Bersatu .....	52
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Volume Sampah di TPST Mulyoagung Bersatu .....	55
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Volume Rata-rata Sampah Per Tiap Jenis Kendaraan .....	56
Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Berat Rata-rata Sampah Per Tiap Jenis Kendaraan .....	57
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Berat Jenis Sampah di TPST Mulyoagung Bersatu .....	57
Tabel 4. 8 Hasil Pengukuran Komposisi Sampah .....	58
Tabel 4. 9 Hasil Analisis <i>Recovery Factor</i> TPST Mulyoagung Bersatu .....	62
Tabel 4. 10 Hasil Pengukuran Volume dan Berat Jenis Hasil Olahan Sampah (1).....	72
Tabel 4. 11 Hasil Pengukuran Volume dan Berat Jenis Hasil Olahan Sampah (2).....	73
Tabel 4. 12 Hasil Pengukuran Volume dan Berat Jenis Hasil Olahan Sampah (3).....	74
Tabel 4. 13 Jumlah Penduduk Pelayanan TPST.....	77

Tabel 4. 14 Hasil Perhitung Proyeksi Penduduk Terlayani TPST Mulyoagung Bersatu .....	77
Tabel 4. 15 Perhitungan Penduduk Terlayani.....	79
Tabel 4. 16 Perhitungan Timbulan Sampah Wilayah Terlayani (m <sup>3</sup> /org.hari) .....	81
Tabel 4. 17 Perhitungan Timbulan Sampah Wilayah Terlayani (kg/org.hari) .....	82
Tabel 4. 18 Perhitungan Laju Timbulan ke TPST (m <sup>3</sup> /hari).....	83
Tabel 4. 19 Perhitungan Laju Timbulan ke TPST (kghari) .....	84
Tabel 4. 20 Rekapitan Iuran Pelanggan TPST (Eksisting) .....	104
Tabel 4. 21 Data Hasil Lapak Yang Bernilai Jual .....	106
Tabel 4. 22 Data Gaji Pegawai TPST Per Bulan .....	110
Tabel 4. 23 Data Pemasukan & Pengeluaran TPST Per Bulan 2013 .....	113
Tabel 4. 24 Laju Timbulan TPST per Tahun.....	116
Tabel 4. 25 Aliran Kas TPST per m <sup>3</sup> per Tahun.....	117
Tabel 4. 26 Aliran Kas TPST Tahun 2011 hingga Tahun 2013 .....	118
Tabel 4. 27 Data UMR Sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur .....	119
Tabel 4. 28 Aliran Kas TPST Tahun 2014 hingga Tahun 2016 .....	120
Tabel 4. 29 Jumlah dan Harga Kebutuhan Alat untuk Lahan Komposting Tahun 2018.....	121
Tabel 4. 30 Aliran Kas Tahun 2017 dan Tahun 2018.....	121
Tabel 4. 31 Perhitungan NPV tahun 2011 hingga Tahun 2013.....	122
Tabel 4. 32 Perhitungan NPV tahun 2014 hingga Tahun 2016.....	123
Tabel 4. 33 Perhitungan NPV tahun 2017 hingga Tahun 2018.....	123
Tabel 4. 34 Penentuan Status Kelayakan TPST .....	124

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Metode Pengelolaan Sampah Perkotaan (Chen dan Chen, 2013).....	8
Gambar 2. 2 Skema Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Menurut SK SNI T-13-1994 (Departemen PU, 1994). 18	
Gambar 2. 3 Hirarki Pengolahan Sampah (Tchobanoglous <i>et al.</i> , 1993).....	21
Gambar 2. 4 Sketsa <i>Material-balance analysis</i> (Tchobanoglous <i>et al.</i> , 1993).....	33
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian .....	38
Gambar 4. 1 Kendaraan Becak motor TPST Mulyoagung Bersatu .....	50
Gambar 4. 2 Kendaraan Gerobak TPST Mulyoagung Bersatu ...	50
Gambar 4. 3 <i>Dump Truck</i> TPST Mulyoagung Bersatu .....	51
Gambar 4. 4 Alat Pengayak Kompos TPST Mulyoagung Bersatu .....	53
Gambar 4. 5 Alat Penggiling Kompos TPST Mulyoagung Bersatu .....	54
Gambar 4. 6 Alat Pencacah Kompos TPST Mulyoagung Bersatu .....	54
Gambar 4. 7 Diagram <i>Mass Balance</i> Sampah di TPST Mulyoagung Bersatu.....	65
Gambar 4. 8 Hasil Olahan Sampah Menjadi Kompos .....	69
Gambar 4. 9 Alat Pencacah Plastik TPST Mulyoagung Bersatu	70
Gambar 4. 10 Serpihan Plastik PET Yang Telah Dicacah .....	70
Gambar 4. 11 Hasil Pengemasan Serpihan Sampah Plastik Jenis PET .....	71
Gambar 4. 12 Peta Wilayah Pelayanan Eksisting Tahun 2014 ...	76



**“Halaman Sengaja Dikosongkan”**

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Peningkatan jumlah penduduk menyebabkan peningkatan aktivitas penduduk yang berarti juga peningkatan jumlah timbunan sampah. Masalah pengelolaan sampah perkotaan antara lain adalah keterbatasan peralatan, lahan, dan sumber daya manusia (Pandebesie, 2005). Sehingga untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan upaya minimisasi sampah. Kegiatan minimisasi sampah dapat dilakukan dengan mengomposkan sampah dan memanfaatkan kembali sampah (Pramestyawati dan Warmadewanthi, 2013).

Menurut Pramestyawati dan Warmadewanthi (2013), kegiatan komposting dapat menyusutkan  $\pm 100$  kg sampah basah dari berat awal sampah (184 kg menjadi 84 kg). Persentase sampah basah di Indonesia sangat mendominasi atau sekitar 80% dari timbunan sampah. Sehingga pengolahan dengan komposting sangat tepat untuk menangani sampah perkotaan di Indonesia. Pengolahan sampah dapat dilakukan di MRF.

TPST merupakan tempat pengolahan sampah terpadu. TPST dapat dikatakan sebagai MRF (*Material Recovery Facilities*) dan merupakan fasilitas sampah dengan tujuan untuk mereduksi jumlah sampah yang dihasilkan (Wibowo dan Darwin, 2007). Keberadaan TPST sangat membantu dalam mengurangi jumlah sampah sebelum masuk ke TPA. Menurut Permana (2010), pengolahan sampah di TPST dilakukan dengan mendaur ulang sampah. Hal tersebut sangat berpotensi besar mereduksi jumlah sampah menuju TPA, sehingga dapat menambah umur pakai sebuah TPA.

Proses pengolahan di TPST dimulai dengan memilah sampah yang masuk kemudian diolah. Sampah yang masuk selain diolah ada yang dijual, sehingga jumlah sampah yang masuk ke TPA hanya residu yang merupakan output dari TPST. Menurut Zubair dan Haeruddin (2012), pengolahan sampah dengan

melakukan daur ulang dan pengolahan sebelum dibuang ke TPA merupakan salah satu tujuan untuk mengurangi volume sampah. Selain itu, sampah yang diolah sebelum dibuang ke TPA dapat dimanfaatkan kembali, sehingga selain mengurangi tumpukan sampah dapat juga bernilai ekonomi yang baik dari sampah yang telah diolah.

Menurut Zubair dan Haeruddin (2012), salah satu contoh melakukan pengolahan sampah dapat dilakukan dengan mengomposkan sampah basah dan dijual kembali sampah kering. Seperti sampah basah selain dapat dikomposkan, sampah basah yang merupakan sisa makanan dapat diolah dan dijual kembali untuk dijadikan pakan ternak. Karena sampah rumah tangga yang dihasilkan berupa sampah basah, sehingga bahan baku untuk pengomposan sampah basah dapat mudah diperoleh. Sampah basah ini juga mudah terdekomposisi sehingga proses pengomposan dapat menjadi cepat.

Sampah yang kering atau sulit terdekomposisi seperti sampah plastik, gelas, kaleng, dan lain-lain dapat dikelola dengan menggunakan prinsip 3R (*reduce, reuse, recycle*). Prinsip 3R ini dapat menjadikan sampah seperti sampah plastik atau gelas untuk dijual kembali sebagai bahan baku industri sehingga memiliki nilai ekonomi yang baik. Sampah yang tidak dapat diolah saja yang masuk ke TPA. Residu yang merupakan hasil pengolahan sampah di TPST ini, akan dibuang ke TPA Talangagung dan TPA Kota Batu. Kegiatan pengolahan sampah dengan prinsip ini, dapat memperoleh peluang untuk meningkatkan pendapatan per kapitanya dan sekaligus merefleksikan adanya peningkatan pemberdayaan masyarakat (Zubair dan Hairuddin, 2012).

TPST Mulyoagung merupakan salah satu TPST yang berada di antara Kota Malang dan Kota Batu. TPST ini berlokasi di Kecamatan Dau, Desa Mulyoagung Bersatu, Kabupaten Malang. Saat ini, TPST Mulyoagung menampung sampah rumah tangga dan sejenis rumah tangga yang berasal dari perumahan di sekitar TPST. Rata-rata sampah yang masuk ke TPST sebesar 8 – 9 ton per hari selama jam kerja (Buku TPST Mulyoagung

Bersatu, 2011). TPST ini sekarang melayani sampah rumah tangga dan sejenis rumah tangga mulai pertengahan tahun 2013, dan yang diolah di TPST ini pelanggan yang dilayani di TPST ini.

Berdasarkan survei yang dilakukan pada Mei 2013 dan Januari 2014, pengelolaan sampah di TPST Mulyoagung hanya melayani warga yang membayar retribusi sampah saja. Pada saat ini, wilayah pelayanan TPST Mulyoagung Bersatu mengalami peningkatan, dari awalnya hanya perumahan yang dilayani, per juli 2013 ditambah wilayah pelayanan antara lain kampus, hotel, taman rekreasi, dan lain-lain. Dan mulai Januari 2014 telah melayani Desa Sumber Sekar.

Menurut Buku TPST Mulyoagung (2011), TPST Mulyoagung telah melakukan pengolahan sampah sebelum dibuang ke TPA. Hal ini bertujuan untuk mereduksi sampah sebelum dibuang ke TPA. Sampah yang masuk ke TPST ini diolah dengan mengomposkan sampah basah dan dijual kembali sampah kering seperti plastik, gelas, dan sebagainya. Hal ini bertujuan untuk membuat sampah yang masuk menjadi bernilai ekonomis. Selain itu, juga mereduksi jumlah sampah sebelum masuk ke TPA, sehingga jumlah sampah menuju TPA hanya hasil residu.

Pengolahan sampah di TPST Mulyoagung menghasilkan sampah basah dan sampah kering. Sampah basah yang dihasilkan adalah limbah makanan berupa nasi dan makanan. Sedangkan sampah kering yang dihasilkan adalah sampah daun-daunan, sampah kaca, sampah plastik, sampah kertas, dan lain-lain. Sampah yang masuk dipilah, diolah, dan dijual. Pengolahan sampah makanan dengan melakukan pengomposan. Kemudian untuk sampah limbah nasi sebagian dijual untuk dijadikan pakan ternak. Penjualan kompos dipasarkan untuk para petani di sekitar kecamatan Dau dengan harga yang terjangkau. Sedangkan penjualan limbah nasi telah dilakukan kerjasama dengan para peternak yang berada di sekitar Kecamatan Dau.

Untuk kegiatan pemilahan sampah di TPST ini sudah menghasilkan produk sampah seperti kaca, 12 macam lapak keras (sampah gelas, bekas kemasan air mineral, aluminium dari kaleng, dan lain-lain), 3 macam lapak kertas (kertas kardus, kertas duplek, dan limbah kertas HVS), dan 2 macam limbah plastik (plastik tas kresek dan limbah plastik putih). Sedangkan untuk residu langsung diangkut ke TPA (Buku TPST Mulyoagung, 2011).

Pengolahan sampah di TPST Mulyoagung Bersatu dapat mereduksi jumlah sampah yang masuk ke TPA . Data yang dibutuhkan untuk mengetahui reduksi sampahnya adalah kuantitas sampah dan komposisi. Sehubungan dengan bertambahnya wilayah pelayanan, maka kuantitas sampah yang masuk juga bertambah. Kajian ini memerlukan analisis mengenai data kuantitas dan komposisi sampah yang masuk di TPST Mulyoagung Bersatu, karena data belum memiliki data kuantitas dan komposisi dengan wilayah pelayanan yang baru. Kemudian, menganalisis data mengenai hasil pengolahan sampah berupa produk yang dihasilkan, karena produk yang dijual sangat variatif dan mendatangkan keuntungan dari segi finansial. TPST ini sudah berjalan selama 3 Tahun sejak akhir tahun 2010, namun belum ditemukan penelitian mengenai kelayakan TPST Mulyoagung ditinjau dari aspek finansial. Selain itu, belum ditemukan penelitian tentang potensi pengembangan TPST, dan proyeksi pelayanan, sehingga belum diketahui berapa potensi pelayanan yang dapat ditambahkan dari pelayanan eksisting. Karena itulah, sehingga TPST Mulyoagung ini sangat menarik untuk dikaji.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah yang dapat diteliti adalah sebagai berikut:

1. Berapa kuantitas dan komposisi sampah yang diolah di TPST Mulyoagung Bersatu?
2. Berapa hasil pengolahan sampah yang dihasilkan oleh TPST Mulyoagung Bersatu?

3. Bagaimanakah kelayakan pengolahan sampah di TPST Mulyoagung Bersatu ditinjau dari analisis finansial?
4. Bagaimanakah proyeksi pelayanan TPST dari kondisi eksisting

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian adalah:

1. Menganalisis kuantitas dan komposisi sampah yang diolah di TPST Mulyoagung Bersatu.
2. Menganalisis hasil dari pengolahan sampah di TPST Mulyoagung Bersatu.
3. Melakukan analisis finansial guna menentukan kelayakan kegiatan pengolahan sampah di TPST Mulyoagung Bersatu.
4. Menghitung proyeksi pelayanan TPST Mulyoagung Bersatu dari kondisi eksisting pelayanan.

### **1.4 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup ini digunakan sebagai batasan masalah sehingga penelitian yang dilakukan lebih terarah dan mendalam. Ruang lingkup dalam penelitian ini antara lain:

1. Tempat penelitian dilakukan di TPST Mulyoagung Bersatu, Kecamatan Dau Kabupaten Malang.
2. Metode pengambilan sampah dilakukan sesuai jumlah frekuensi pengumpulan dan dilakukan dalam 8 hari yang sesuai acuan SNI 19-3964-1995 (Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah perkotaan).
3. Penelitian ini meninjau dari aspek teknis dan aspek finansial. Aspek teknis meliputi analisis kesetimbangan

bahan dan diagram alir pengolahan sampah di TPST Mulyoagung Bersatu. Sedangkan aspek finansial meliputi keuntungan finansial yang dihitung berdasarkan metode perhitungan finansial.

4. Penelitian juga meninjau dari aspek pelayanan eksisting. Sehingga dapat melakukan proyeksi guna mengetahui berapa penambahan wilayah pelayanan TPST Mulyoagung Bersatu dari kondisi eksisting.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sampah**

Berdasarkan definisi dari Tchobanoglous *et al.* (1993), sampah adalah material buangan padat atau semi padat yang dihasilkan dari aktifitas manusia atau hewan yang dibuang karena tidak diinginkan atau digunakan lagi. Pada zaman primitif, manusia dan hewan telah menggunakan sumber daya alam dari bumi untuk menunjang kehidupannya dan untuk membuang limbahnya. Di masa lampau, pembuangan dari hasil aktivitas manusia dan limbah lainnya tidak menimbulkan masalah yang signifikan, karena populasi manusia masih sedikit dan lahan yang digunakan untuk mengasimilasi sampah masih banyak.

Peningkatan jumlah penduduk, menyebabkan peningkatan aktivitas penduduk yang berarti juga peningkatan jumlah timbulan sampah. Masalah pengelolaan sampah perkotaan antara lain adalah keterbatasan peralatan, lahan dan sumber daya manusia (Pandebesie, 2005).

Sejalan dengan perkembangan pembangunan, maka timbulan sampah juga akan meningkat. Peningkatan sampah, tidak dari jumlah ataupun volume sampah, tetapi meningkatkan keragaman bentuk, jenis, dan komposisinya. Menurut Sahwan *et al.* (2004) pada tahun 2020 diprediksikan produksi sampah akan meningkat lima kali lipat dibandingkan sekitar tahun 1990. Peningkatan jumlah sampah kota terutama disebabkan oleh:

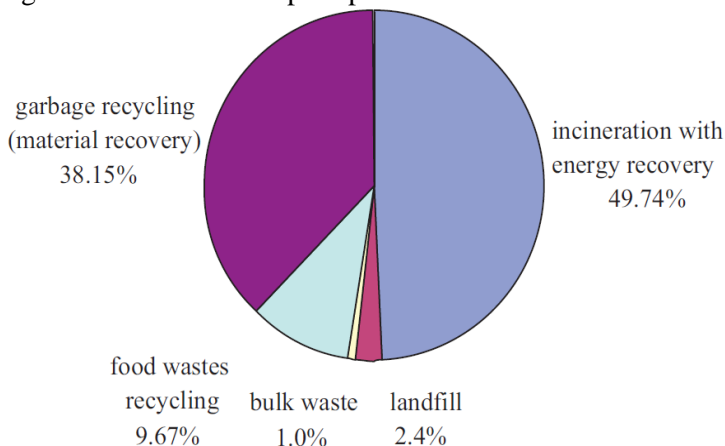
- a. Pertambahan penduduk dalam pengertian jumlah absolut penduduk yang terus meningkat.
- b. Bertambahnya konsentrasi penduduk di perkotaan yang diakibatkan oleh pertumbuhan penduduk kota dan urbanisasi.
- c. Terjadinya peningkatan produksi sampah perkapita, yang diakibatkan oleh perubahan pola konsumsi karena meningkatnya kesejahteraan.



- d. Peningkatan limbah industri pertanian (agroindustri) maupun industri non pertanian.

Salah satu tantangan yang dihadapi para pengelola perkotaan adalah penanganan masalah sampah. Berdasarkan data BPS tahun 2000, dari 384 kota yang menimbulkan sampah sebesar 80.235,87 ton per hari, penanganan sampah yang diangkut dan dibuang ke TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) adalah sebesar 4,2%, yang dibakar 37,6%, yang dibuang ke sungai 4,9%, dan tidak ada penanganan sebesar 53,3% (Surur, 2006). Peningkatan jumlah penduduk dan arus urbanisasi yang makin banyak telah menyebabkan timbulan sampah pada perkotaan semakin tinggi, kendaraan pengangkut yang jumlah dan kondisi yang kurang bagus, sistem pengelolaan TPA yang kurang tepat dan tidak ramah lingkungan, dan belum adanya pendekatan 3R (*Reuse, Reduce, dan Recycle*).

Sampah perkotaan di Indonesia seharusnya dapat dikelola dengan baik. Menurut studi yang dilakukan di Taiwan oleh Chen dan Chen (2013), bahwa sampah perkotaan seharusnya dikelola dengan metode berikut seperti pada Gambar 2.1.



**Gambar 2. 1 Metode Pengelolaan Sampah Perkotaan (Chen dan Chen, 2013)**

Gambar 2.1 menunjukkan bahwa metode pengelolaan sampah perkotaan yang baik dan seharusnya diterapkan di seluruh kota di dunia. Persentase terbesar dari metode ini adalah dengan insinerasi sampah sebesar 49,74%. Presentase terkecil dari metode ini adalah *bulk waste* dan pembuangan ke *landfill*. Hal ini dikarenakan yang dibuang ke *landfill* hanya residu sampah saja dan sampah yang dihasilkan di daur ulang, sehingga jumlah yang masuk ke *landfill* sangat sedikit.

## 2.2 Sumber Sampah

Sumber sampah bermacam-macam. Sumber sampah umumnya berkaitan dengan tata guna lahan suatu wilayah, seperti pemukiman, perkantoran, pertokoan, dan lain-lain. Sehingga jumlah sumber sampah dapat dikembangkan sesuai kategori penggunaan lahannya.

Menurut Munawar (1999), sumber sampah dapat diklasifikasi sebagai berikut:

- a. Daerah pemukiman (rumah tangga): bersumber dari aktivitas rumah tangga/dapur. Jenis sampah yang dihasilkan berupa sampah basah (dominan di Indonesia) dan sampah kering/debu.
- b. Daerah komersial: bersumber dari pasar, pertokoan, restoran, perusahaan, dan sebagainya. Di negara berkembang sebagian besar kategori sampah berasal dari pasar, dan kebanyakan berupa sampah organik.
- c. Daerah institusi: sampah kategori ini berasal dari perkantoran, sekolah, tempat ibadah, dan lembaga non komersial lainnya. Jenis sampah yang dihasilkan sebagian besar adalah sampah kering.
- d. Sampah jalan dan tempat terbuka: sampah kategori ini berasal dari kegiatan penyapuan jalan-jalan dan trotoar, taman, lapangan, dan lain-lain. Jenis sampah didominasi sampah organik (daun) serta debu.

- e. Industri: sumber kategori ini berasal dari perusahaan yang bergerak di bidang industri berat, industri ringan, pabrik, dan lain-lain. Jenis sampah yang dihasilkan tergantung dari bahan baku yang digunakan oleh industri tersebut. Aktivitas karyawan yang ditimbulkan sampah dari institusional.
- f. Tempat pembangunan, pemugaran dan pembongkaran gedung: kategori ini berasal dari sampah material atau bahan-bahan bangunan. Jenisnya bergantung dari bahan bangunan yang dipakai (bata, pecahan beton, kayu, besi beton, dan sebagainya).
- g. Rumah sakit dan balai pengobatan: sampah yang berasal dari kategori ini pengelolaannya ditangani secara terpisah dengan sampah lainnya karena bersifat khusus, kemungkinan mengandung kuman dan penyakit menular. Sampah yang dihasilkan berupa bekas-bekas operasi, pembalut luka, potongan anatomi, disamping sampah dapur dan kantor. Sampah jenis ini diolah dengan dibakar (untuk menghilangkan bakteri patogen) dengan menggunakan *incinerator*.
- h. Lain-lain: dari klasifikasi sumber sampah sebelumnya, dapat dikembangkan lagi jenis sampah yang sesuai dengan peruntukkan tata guna lahannya. Misalnya, dari kandang hewan/pemotongan hewan, instalasi pengolahan air bersih, instalasi pengolahan air limbah, pertanian, dan lain-lain.

Dari sumber sampah diatas dapat menghasilkan sampah berupa sampah plastik, sampah basah, kertas, karet, dan sebagainya.

### 2.3 Komposisi dan Karakteristik Sampah

Menurut Munawar (1999), berdasarkan komposisi sampah dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

#### 1. Sampah Basah

Yaitu sampah yang terdiri dari bahan-bahan organik dan mempunyai sifat mudah membusuk. Sampah basah pada

umumnya berasal dari sisa pengolahan, sisa makanan yang telah membusuk, tetapi masih dapat digunakan sebagai makanan oleh organisme lain, seperti serangga, binatang, hewan mengerat, dan lain-lain. Sampah jenis ini biasanya berasal dari kegiatan domestik atau industri pengolahan makanan. Sampah ini memiliki sifat banyak mengandung air dan cepat membusuk jika dibiarkan dalam keadaan basah pada suhu optimum yang diperlukan untuk membusuk ( $20^{\circ}$  -  $30^{\circ}$ ) C.

2. Sampah Kering

Merupakan sampah yang susunannya terdiri dari bahan organik maupun anorganik yang sifatnya tidak atau lambat membusuk. Sampah kering dapat dibagi dalam dua golongan, yaitu:

- a. Sampah yang tidak mudah membusuk, tetapi mudah terbakar, seperti kayu, bahan plastik, kain, bahan sintetik, dan lain-lain.
- b. Sampah yang tidak mudah membusuk dan tidak mudah terbakar, seperti logam, kaca, keramik, dan lain-lain.

3. Sampah Berpartikel Halus

Sampah jenis ini merupakan sampah yang berasal dari berbagai jenis abu, merupakan partikel kecil yang mudah berterbangan dan dapat mengganggu pernapasan dan mata. Menurut bentuknya ada dua macam, yaitu :

- a. Debu: partikel halus tanah yang berasal dari penyapuan jalan, lantai rumah, dan gedung, pengergajian kayu, debu pabrik kapur, dan sebagainya.
- b. Abu: berasal dari sisa pembakaran kayu, abu rokok, dan sebagainya.

4. Sampah B3

Sampah jenis ini, ditinjau dari tingkat bahaya, dibagi menjadi empat golongan, antara lain:

- a. Sampah Patogen, berasal dari rumah sakit dan dapat menularkan penyakit.
- b. Sampah beracun, yaitu sisa-sisa pestisida, insektisida, kertas bungkus, dan sebagainya yang dapat menyebabkan keracunan.
- c. Sampah radioaktif, yaitu sampah bahan-bahan nuklir.
- d. Sampah yang dapat meledak seperti petasan, mesiu, dan lain-lain.

Sampah berbahaya tidak termasuk dalam definisi sampah perkotaan yang dikelola oleh fasilitas urban, tetapi harus dikelola secara khusus sehingga hasil sampahnya tidak membahayakan masyarakat dan lingkungan.

5. Bulky Waste

Sampah jenis ini merupakan sampah yang besar-besar seperti mobil rusak, kulkas rusak, pohon tumbang, balok kayu, dan sebagainya.

6. Sampah Jalan

Sampah jalanan merupakan sampah atau kotoran yang berserakan di sepanjang jalan, seperti sisa-sisa pembungkus dan sisa makanan, kertas, daun, dan lain-lain.

7. Dead Animal

Sampah jenis ini merupakan sampah binatang mati seperti bangkai kucing, ayam, anjing, tikus, dan sebagainya.

8. Sampah Bangunan

Sampah bangunan seperti potongan kayu, pecahan atap genteng, bata, buangan adukan, dan lain-lain.

9. Sampah Industri

Sampah industri yaitu merupakan sampah yang berasal dari kegiatan industri, sampah jenis ini biasanya seragam bila dibandingkan dengan sampah jenis lainnya. Sampah industri ada yang beracun bila mengandung logam-logam

berat, sisa pestisida, dan lain-lain. Yang tidak berbahaya contohnya sisa makanan karyawan, kertas, dan lain-lain.

10. Sampah Khusus

Sampah jenis ini berasal dari benda-benda berharga atau sampah dokumentasi, misal rahasia paten dari pabrik, surat rahasia Negara, dan sebagainya.

11. Sampah Kandang/ Pemotongan Hewan

Sampah jenis ini berupa kotoran hewan, sisa-sisa makanannya, kulit, sisa-sisa daging, tulang, isi perut, dan sebagainya.

12. Sampah Lumpur

Sampah jenis ini merupakan sampah setengah padat, yaitu lumpur selokan, roil, lumpur dari bangunan pengolahan air buangan, tangki septik, dan sebagainya.

Menurut Maryani *et al.*, (2012), komposisi sampah perkotaan menurut beratnya didominasi oleh sampah sisa makanan, kertas, dan plastik. Sedangkan sisanya adalah sampah daun-daunan, logam, kaca, karet, dan lain-lain. Persentase menurut beratnya dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2. 1 Persentase Komponen Sampah Perkotaan Menurut Berat**

<b>Jenis Komposisi</b>	<b>Persentase (%)</b>
Sisa makanan	38
Daun-daunan	14
Kertas	23
Plastik	15
Logam	2
Kaca	2
Karet	3
Lain-lain	3
<b>Total</b>	<b>100</b>

(Maryani *et al.*, 2012)

Jika ditinjau dari persentase volume, komposisi yang mendominasi adalah sampah kertas dan plastik. Persentase yang

terkecil adalah sampah jenis karet. Tabel 2.2 menunjukkan persentase komponen sampah perkotaan menurut volume.

**Tabel 2. 2 Persentase Komponen Sampah Perkotaan Menurut Volume**

<b>Jenis Komposisi</b>	<b>Persentase (%)</b>
Sisa makanan	16
Daun-daunan	9
Kertas	31
Plastik	30
Logam	4
Kaca	3
Karet	2
Lain-lain	5
<b>Total</b>	<b>100</b>

(Maryani *et al.*, 2012)

Komposisi sampah padat akan dipengaruhi oleh faktor berikut ini:

- a. Aktifitas penghuni daerah tersebut
- b. Sistem pewadahan, pengumpulan, serta pengangkutan yang dipakai.
- c. Adanya sampah-sampah yang akan dibuang sendiri atau dibakar.
- d. Sosial-ekonomi
- e. Musim atau iklim
- f. Kebiasaan masyarakat
- g. Teknologi
- h. Dan sumber dari mana sampah itu berasal

Perhitungan komposisi sampah berdasarkan acuan SNI 19-3964-1995 (Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah perkotaan) yaitu dengan mengambil  $\pm 100$  kg sampah yang akan dianalisis. Menurut Tchobanoglous *et al.* (1993), pengambilan sampel sampah untuk analisis komposisi menggunakan metode perempatan. Dari total jumlah sampah yang masuk, kemudian dibagi menjadi 4 bagian, dan diambil 1 bagian secara acak. Jika berat sampah tidak

mencapai 100 kg, maka 3 bagian sisa dibagi menjadi empat bagian, dan diambil 1 bagian secara acak, sehingga mencapai  $\pm 100$  kg.

Karakteristik sampah dapat dibedakan menjadi beberapa macam. Menurut Tchobanoglous *et al.* (1993), karakteristik sampah terdiri dari 3 macam, antara lain:

1. Karakteristik Fisik

Menurut Tchobanoglous *et al.* (1993), karakteristik fisik sampah dapat diketahui dengan analisis densitas sampah, kadar air, ukuran partikel, kapasitas lahan dan permeabilitas sampah. Analisis densitas sampah dapat dilakukan dengan menghitung timbunan sampah yang dinyatakan dari hasil perbandingan berat terhadap volume. Satuan densitas adalah  $\text{kg/m}^3$ . Perhitungan densitas dapat dilihat pada persamaan 2.1 berikut ini:

$$\text{Densitas } (\rho) = \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Densitas menurut Tchobanoglous *et al.* (1993), terdiri dari berbagai tipikal. Tabel 2.3 menunjukkan tingkat densitas sampah menurut spesifikasi Tchobanoglous *et al.*, 1993:

**Tabel 2. 3 Tipikal Densitas Sampah**

Jenis	Tingkat Densitas (lb/yd <sup>3</sup> )	Tipikal Densitas (lb/yd <sup>3</sup> )
Truk kompaktor	300-760	500
<i>Normally compacted (in landfill)</i>	610-840	760
<i>Well compacted (in landfill)</i>	995-1250	1010

(Tchobanoglous *et al.*, 1993)

Keterangan:  $\text{lb/yd}^3 \times 0,5993 = \dots \text{kg/m}^3$

Analisis kandungan air ditentukan dengan perbandingan berat kering dan berat basah suatu sampah.



Kelembapan dinyatakan dalam persen (%). Untuk mengetahui ukuran partikel sampah dapat didasarkan pada nilai *recovery* suatu sampah atau persentase *recovery* (Tchobanoglous *et al.*, 1993). Ukuran sampah yang semakin kecil menandakan bahwa luas permukaan sampah juga kecil. Sehingga, proses dekomposisi sampah akan lebih mudah dilakukan jika sampah berada dalam kondisi telah tercacah.

Kapasitas lahan (*field capacity*) sampah merupakan faktor penting dalam pembentukan landa (Tchobanoglous *et al.*, 1993). Besar kapasitas lahan bervariasi sesuai dengan tekanan dan proses dekomposisi sampah.

Selain kapasitas lahan, densitas, ukuran partikel dan kelembapan, hal yang perlu diperhatikan adalah permeabilitas. Permeabilitas menurut Tchobanoglous *et al.*, (1993) merupakan konduktivitas hidraulik dari sampah yang terkompaksi yang mempengaruhi pergerakan cairan dan gas di TPA.

## 2. Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia diperlukan sebagai data penting untuk mengetahui alternatif pengolahan sampah. Menurut Tchobanoglous *et al.* (1993), karakteristik kimia sampah dapat diketahui dengan melakukan analisis *proximate*, analisis *ultimate*, titik lebur abu dan potensi kandungan energi yang tersimpan dalam sampah.

## 3. Karakteristik Biologis

Menurut Tchobanoglous *et al.* (1993), karakteristik biologi sampah adalah komponen yang menyusun bahan organik. Karakteristik biologis sampah terdiri dari:

- a. Unsur yang mudah larut dalam air.
- b. Hemiselulosa, merupakan produk kondensasi dari karbon yang berantai lima dan enam.
- c. Selulosa.

- d. Lemak, minyak, dan bahan yang tergolong dalam kategori ester.
- e. Lignin, merupakan salah satu unsur yang susah diurai oleh bakteri.
- f. Lignoselulosa, merupakan kombinasi antara lignin dan selulosa.
- g. Protein, terbentuk dari rantai asam amino.

Menurut Pasang *et al.*, 2007; dalam Agustia *et al.*, 2014, secara umum karakteristik sampah di Indonesia yaitu:

- Densitas sampah yang tinggi.
- Kadar air tinggi.
- Didominasi oleh sampah organik (terutama sampah yang mudah membusuk).
- Mengandung pasir, debu dan kotoran dari sampah sapuan jalan dan ukuran partikel sampah kurang dari 50 mm.

## 2.4 Pengelolaan Sampah

Menurut PP RI No. 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, pengelolaan sampah adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah. Pengelolaan sampah bertujuan untuk:

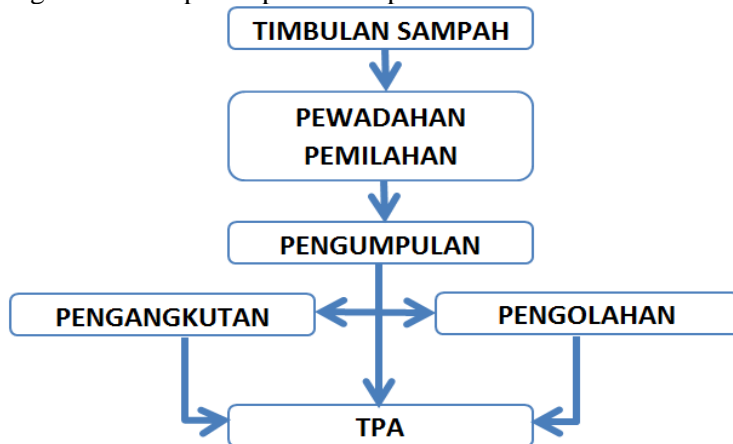
- a. Menjaga kelestarian fungsi lingkungan hidup dan kesehatan masyarakat; dan
- b. Menjadikan sampah sebagai sumber daya.

Dalam penyelenggaraan pengelolaan sampah meliputi pengurangan sampah di sumber, dan penanganan sampah ketika masuk ke tempat pemrosesan. Menurut Winarta *et al.* (2005), kegiatan pencegahan dan pengurangan sampah yang dilakukan di sumber sampah dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti reduksi sampah, pemakaian kembali, dan daur ulang.

Menurut Ayuningtyas (2010), pengelolaan sampah dapat dikatakan sebagai utilitas yang dapat mempengaruhi perkembangan kota, sehingga membutuhkan penanganan yang

benar karena keberadaan volume sampah yang semakin hari semakin bertambah besar seiring pertambahan jumlah penduduk, sedangkan sampah bersifat sebagai polutan yang mencemari tanah, air, udara, dan estetika pandangan suatu kota serta dapat mengganggu kesehatan.

Berdasarkan definisi dari Tchobanoglous *et al.* (1993), pengelolaan sampah merupakan teknik pengendalian terhadap timbulan sampah, penyimpanan, pengumpulan, pemindahan dan pengangkutan, pemrosesan dan pembuangan sampah dengan cara dan prinsip yang memperhatikan aspek kesehatan, ekonomi, konservasi, estetika, pertimbangan lingkungan lainnya, dan juga responsif terhadap perilaku masyarakat. Adapun skema teknik pengelolaan sampah dapat dilihat pada Gambar 2.2.



**Gambar 2. 2 Skema Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Menurut SK SNI T-13-1994 (Departemen PU, 1994)**

Menurut Fernando (2011), secara umum sistem pengelolaan sampah di Indonesia memiliki pola pengelolaan kumpul, angkut, dan buang. Sampah yang berasal dari berbagai sumber yaitu permukiman, perkantoran, industri, dll dikumpulkan dalam berbagai jenis wadah. Dari wadah pengumpulan seperti tong sampah, kontainer, maupun bak beton diangkut ke TPS yang kemudian dibawa ke truk menuju TPA.

Dalam pengolahan sampah dibutuhkan teknologi khusus yang mampu mengurangi sampah baik di sumber atau di TPA. Teknologi yang dipilih haruslah dipertimbangkan secara matang dan ramah lingkungan agar tidak menjadi masalah seperti kasus di TPA yang tanpa dilakukan pengolahan dengan baik. Sehingga pengoperasian TPA awalnya dari *sanitary landfill* menjadi *open dumping* (Fernando, 2011).

Teknologi pengolahan sampah secara umum sudah di berbagai tempat lain di dunia, yaitu insenarator, pengomposan, dan *bioreactor landfill*. Penelitian yang dilakukan Fernando (2011) dimana mengkaji tentang Nilai SWOT masing-masing teknologi pengolahan sampah. Berdasarkan kajian tersebut disimpulkan bahwa kompos sangat baik dari skor faktor lingkungan internal maupun eksternal. Sehingga pengolahan sampah dengan pengomposan sangat baik untuk diterapkan di Indonesia, karena memiliki sampah basah yang dominan di Indonesia.

Selain kompos terdapat pula biogas, yang merupakan gas yang dihasilkan secara anaerob dari sampah. Pemilihan teknologi dengan cara ini sangat menguntungkan karena biogas dapat dimanfaatkan bermacam-macam. Seperti analisis yang dilakukan oleh Yulianto *et al.* (2010), bahwa penggunaan biogas dapat dijadikan sebagai pembangkit listrik.

Teknologi-teknologi semacam ini merupakan teknologi ampuh yang dapat digunakan untuk mengolah sampah baik di Sumber sampah, TPS, dan TPA sebagai upaya mereduksi sampah. Sehingga dapat mengurangi permasalahan sampah yang *open dumping*, mengakibatkan pencemaran lingkungan, dan sebagainya.

Menurut SNI 19-2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan, teknik pengolahan sampah juga meliputi:

1. Pengomposan:

- a. Berdasarkan kapasitas (individual, komunal, skala lingkungan);

- b. Berdasarkan proses (alami, biologis dengan cacing, biologis dengan mikroorganisme tambahan).
2. Insinerasi berwawasan lingkungan;
3. Daur ulang
  - a. Sampah anorganik disesuaikan dengan jenis sampah;
  - b. Menggunakan kembali sampah organik sebagai makanan ternak.
4. Pengurangan volume sampah dengan pencacahan atau pemadatan;
5. Biogasifikasi (pemanfaatan energi hasil pengolahan sampah).

#### **2.4.1 Pengolahan Sampah**

Pengolahan sampah merupakan salah satu rangkaian dari pengelolaan sampah (lihat Gambar 2.2). Pada Subbab 2.4 telah dijelaskan bahwa pola pengelolaan sampah meliputi pewadahan pemilahan, pengumpulan, pengangkutan dan pengolahan, serta pembuangan ke TPA. Menurut Riyanto, 2008; dalam Setiani (2012), pengolahan sampah sangat beragam. Pengolahan sampah dapat dilakukan dalam beberapa cara yaitu:

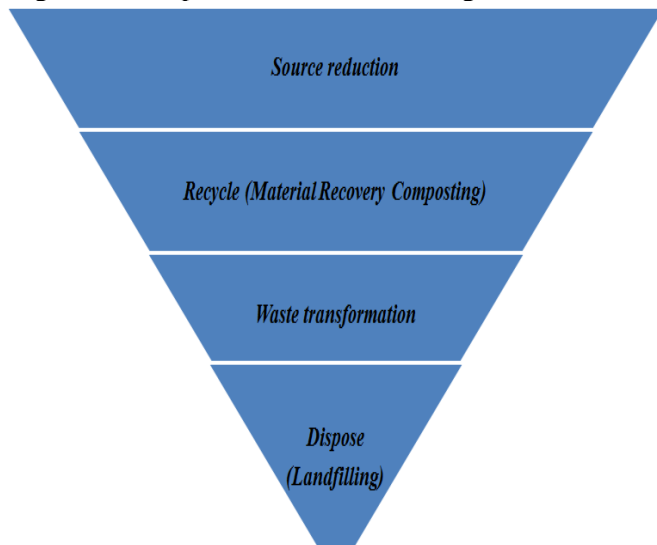
- a. Pengolahan sampah dengan *Reduce, Reuse, Recycle* (3R):
 

*Reduce* (mengurangi timbulan sampah di sumber), merupakan upaya untuk mengurangi timbulan sampah dengan meminimalisasi barang atau material yang digunakan. Hal ini dikarenakan semakin banyak material yang digunakan, sampah yang dihasilkan semakin banyak.

*Reuse* (pakai ulang), merupakan prinsip menghindari pemakaian barang yang hanya sekali pakai. Dengan menggunakan barang-barang yang bisa dipakai kembali sehingga dapat memperpanjang umur suatu produk sebelum akhirnya menjadi sampah.

*Recycle* (mendaur ulang sampah), prinsip ini dengan mendaur ulang benda yang sudah tidak dapat digunakan kembali. Memproduksi barang hasil recycle dapat mengurangi pemanasan global dan energi. Benda hasil *recycle* biasanya dapat dijual untuk bahan baku industri (Zubair dan Haeruddin, 2011).

Pengolahan sampah seharusnya dilakukan dengan hirarki memperbanyak pengolahan sampah dengan prinsip mereduksi dan mendaur ulang sampah sebelum dibuang ke TPA. Sampah yang tidak dapat diolah kembali akan menjadi residu dan residu tersebut yang akan dibuang ke TPA. Gambar 2.3 menunjukkan hirarki pengolahan sampah menurut Tchobanoglous *et al.*, 1993.



**Gambar 2. 3 Hirarki Pengolahan Sampah (Tchobanoglous *et al.*,1993)**

- b. Pengolahan sampah dengan mengomposkan sampah:

Menurut Sahwan *et al.* (2004), pengomposan dalam pengertian modern merupakan proses dekomposisi materi organik secara biologis menjadi material seperti

humus dalam kondisi aerobik yang terkendali. Kecepatan proses ini bergantung pada kecepatan dan aktivitas mikroba dalam mendekomposisi sampah bahan organik. Kecepatan dan aktivitas mikroba sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang mendukung kehidupannya. Faktor lingkungan tersebut antara lain kadar air sampah, konsentrasi oksigen, kondisi ketersediaan bahan makanan (rasio C dan N) dan ketersediaan mikroba itu sendiri. Kadar air suatu bahan untuk pengomposan yang optimal berkisar 50% – 60%. Sedangkan kadar air sampah kota umumnya berkisar 40 – 60%. Hal ini menandakan bahwa kadar air sampah kota cukup optimal untuk proses pengomposan.

Menurut Tchobanoglous *et al.* (1993), pengomposan terdiri atas bermacam-macam cara seperti *windrow*, *aeratic static pile*, *In vessel*, dan sebagainya. Masing-masing cara pengomposan ini memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Namun, mudah diaplikasikan dan cocok untuk pengelolaan sampah skala perkotaan.

Secara ekonomis, proses pengomposan merupakan salah satu metode yang paling cocok digunakan di Indonesia. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Fernando (2011), Chaerul dan Susangka (2011), teknologi pengomposan dengan *windrow* sangat cocok diaplikasikan di Indonesia. Hal ini dikarenakan untuk metode *aeratic* dan *in vessel* membutuhkan biaya yang sangat besar, dan susah diaplikasikan di Indonesia. Karena belum tersedianya biaya dan operator yang lebih memadai maka teknologi pengomposan yang sangat direkomendasikan oleh pemerintah di lapangan adalah *windrow*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Chaerul dan Susangka (2011), bahwa penggunaan *windrow* memiliki potensi yang besar digunakan di Indonesia.

Pengolahan sampah memiliki skala tertentu. Berdasarkan Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementrian PU (2012), bahwa skala pengolahan sampah dapat dibedakan atas beberapa skala, yaitu:

1. Skala individu:

Merupakan pengolahan yang dilakukan oleh penghasil sampah secara langsung di sumbernya (rumah tangga/kantor). Contoh pengolahan sampah pada skala individu adalah pemilahan sampah atau komposting dalam skala individu.

2. Skala kawasan:

Merupakan pengolahan yang dilakukan untuk melayani suatu lingkungan/ kawasan (perumahan, perkantoran, pasar, dll). Lokasi pengolahan kawasan dapat dilakukan pada TPST (tempat pengolahan sampah terpadu). Proses yang dilakukan di TPST pada umumnya berupa pemilahan, pencacahan sampah organik, pengomposan, penyaringan kompos, pengepakan kompos, dan pencacahan plastik untuk daur ulang.

3. Skala kota:

Pengolahan pada skala ini dilakukan untuk melayani sebagian atau seluruh wilayah kota dan dikelola oleh pengelola kebersihan kota. Lokasi pengolahan dilakukan di TPST yang umumnya menggunakan bantuan peralatan mekanis.

#### **2.4.2 TPST (Tempat Pengolahan Sampah Terpadu)**

Menurut Wibowo dan Darwin , 2007; dalam Syamrizal (2003), MRF (*Material Recovery Facilities*) atau TPST merupakan fasilitas mengenai pengelolaan sampah yang bertujuan untuk mengolah sampah dan memanfaatkan kembali sampah. Hal ini bertujuan untuk mengolah sampah dan memanfaatkannya kembali sehingga dapat mereduksi sampah yang dihasilkan.



Sedangkan menurut Dubanowitz, 2000; dalam Hardianto dan Trihadiningrum (2014), TPST didefinisikan sebagai tempat berlangsungnya kegiatan pemisahan dan pengolahan sampah secara terpusat. TPST bisa menjadi metode yang layak untuk mencapai tujuan materi daur ulang di kota-kota. Sebuah TPST adalah tempat dimana limbah padat dipisahkan, diproses, dan disimpan untuk digunakan sebagai bahan baku untuk diproduksi ulang dan diolah kembali.

Jika sebuah kota akan membangun dan mengoperasikan MRF atau TPST, maka kota tersebut dapat mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan dengan memperhatikan pengurangan biaya operasi dan penjualan bahan daur ulang untuk konservasi sumber daya (Davila dan Chang, 2005; dalam Hardianto dan Trihadiningrum, 2014).

Menurut Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian PU (2012), TPST atau *material recovery facilities* (MRF) didefinisikan sebagai tempat berlangsungnya kegiatan pemisahan dan pengolahan sampah secara terpusat. Kegiatan pokok MRF ini adalah:

- Pengolahan lebih lanjut sampah yang telah dipilah di sumber
- Pemisahan dan pengolahan langsung komponen sampah kota
- Peningkatan mutu produk *recovery/recycling*.

Dapat dikatakan bahwa, fungsi TPST adalah tempat berlangsungnya pemisahan, pencucian/pembersihan, pengemasan, dan pengiriman produk daur ulang sampah.

Sistem pengolahan sampah terpadu mengkombinasikan pendekatan pengurangan sumber sampah, daur ulang dan guna ulang, pengomposan, insenarasi, dan pembuangan akhir. Pengurangan sumber sampah dalam skala rumah tangga dapat dilakukan dengan menanamkan kebiasaan untuk tidak boros dalam penggunaan barang-barang keseharian. Pendekatan daur ulang dan guna ulang dapat diterapkan khususnya pada sampah non organik seperti kertas, plastik, alumunium, gelas, logam, dan

lain-lain. Sedangkan untuk sampah organik dapat diolah dengan mengomposkan sampah basah (Santoso, 2008).

TPST sebagai tempat daur ulang sampah, memerlukan fasilitas berdasarkan komponen sampah yang masuk dan yang akan dikelola. Menurut Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian PU (2012), secara umum dibedakan atas:

1. Fasilitas *pre-processing*, merupakan tahap awal pemisahan sampah untuk mengetahui jenis sampah yang masuk, dimana meliputi proses sebagai berikut:
  - Penimbangan, mengetahui jumlah sampah yang masuk
  - Penerimaan dan penyimpanan, menentukan area untuk mengantisipasi jika sampah yang terolah tidak secepat sampah yang datang ke lokasi.
2. Fasilitas pemilahan, bisa secara manual maupun mekanis. Secara manual akan membutuhkan tenaga kerja. Secara mekanis membutuhkan peralatan mekanis yaitu alat-alat pemilahan sampah (*disc screen, reciprocating screen, dll*).
3. Fasilitas pengolahan sampah secara fisik, setelah dipilah sampah akan ditangani menurut jenis dan ukuran material tersebut.
4. Fasilitas pengolahan yang lain seperti komposting atau RDF

Proses-proses yang berlangsung di TPST terdiri dari tiga proses (Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian PU, 2012), antara lain:

1. Transformasi fisik, merupakan pemisahan sampah dengan berbagai metode seperti pemisahan secara manual maupun pemisahan secara mekanik menggunakan beberapa peralatan, seperti *rotating screen, magnetic separation*, dan lain-lain. Selain itu, sampah kering seperti plastik, kardus, dan lain-lain mengalami proses pemisahan dan pencacahan. Selain itu, proses kompaksi

- juga dapat terjadi di lokasi ini dengan penerapan dari *baling*.
2. Transformasi biologi, yaitu proses pengomposan yang bisa diterapkan dalam skala TPST. Proses pengomposan ini bisa menggunakan beberapa metode seperti *windrow composting* atau komposter angin dan proses pengomposan yang lain.
  3. Transformasi kimia, dengan mengubah sampah menjadi briket sampah.

## 2.5 Kondisi Eksisting TPST Mulyoagung Bersatu

TPST Mulyoagung Bersatu merupakan salah satu TPST di Kecamatan Dau, Kabupaten Malang. TPST Mulyoagung terletak di Desa Mulyoagung Bersatu, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang. Kecamatan Dau yang merupakan lokasi TPST Mulyoagung Bersatu memiliki batas wilayah antara lain (Kecamatan Dau dalam angka, 2013):

Batas Utara : Kota Batu dan Kecamatan Karangploso  
 Batas Timur : Kota Malang  
 Batas Selatan : Kecamatan Wagir  
 Batas Barat : Kabupaten Blitar

Menurut Buku TPST Mulyoagung (2011), TPST ini memiliki 96 pengurus KSM (kelompok swadaya masyarakat) yang terdiri atas para ketua RT/ RW serta tokoh masyarakat Desa Mulyoagung dan 44 tenaga pegawai yang terbagi menjadi beberapa bagian diantaranya adalah:

- 16 orang sebagai tenaga angkut sampah
- 20 orang sebagai tenaga pemilah sampah
- 6 orang sebagai tenaga pengolah kompos
- 1 orang sebagai staf tata usaha
- Dan 1 orang linmas sebagai penjaga (*security*)

TPST ini dipimpin oleh satu ketua KSM, dengan satu sekertaris dan satu bendahara TPST. Selain itu, memiliki dua divisi yaitu divisi Produksi dan pemasaran, serta divisi penelitian

dan pengembangan. Mayoritas pegawai TPST Mulyoagung Bersatu menggunakan tenaga kerja dari masyarakat Mulyoagung sendiri, hal ini dikarenakan TPST Mulyoagung Bersatu berusaha untuk memberdayakan masyarakat sekitar yang secara tidak langsung akan mampu untuk mengurangi jumlah pengangguran yang ada di Desa Mulyoagung (Buku TPST Mulyoagung, 2011).

Menurut Buku TPST Mulyoagung (2011), TPST ini telah melakukan pengolahan sampah berbasis masyarakat dengan pendekatan konsep 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*). Pemilahan sampah dilakukan di TPST ini dengan menghasilkan produk berupa: Kaca/beling, 12 macam lapak keras, 3 macam lapak kertas, 2 macam lapak plastik, limbah nasi, dan kompos. Produktivitas TPST ini setelah dilakukan pemilahan kemudian dijual ke pihak luar, sehingga mendatangkan keuntungan yang lebih di TPST ini.

Selain produk yang dihasilkan, hasil sampingan dari produk kompos seperti belatung dimanfaatkan sebagai makanan ikan di tambak ikan sekitar TPST. Semua alur dari proses kerja TPST Mulyoagung Bersatu ini didasarkan pada program *Reduce, Reuse dan Recycle* (3 R). Prinsip ini antara lain:

- *Recycling* di TPST merupakan salah satu teknik pengolahan sampah, dimana dilakukan pemisahan atas benda-benda bernilai ekonomi seperti 6 macam jenis limbah bernilai ekonomis dari sampah yang kemudian diolah sedemikian rupa sehingga dapat digunakan kembali baik dalam bentuk yang sama atau berbeda dari bentuk semula.
- *Reuse* di TPST merupakan teknik pengolahan sampah yang hampir sama dengan *recycling*, bedanya *reuse* langsung digunakan tanpa ada pengolahan terlebih dahulu.
- *Reduce* adalah usaha untuk mengurangi potensi timbunan sampah, misalnya tidak menggunakan bungkus kantong plastik yang berlebihan.

Output dari kegiatan ini yang merupakan seluruh rangkaian kegiatan di TPST adalah untuk menciptakan lingkungan yang ramah dan bersih dari sampah serta menyelamatkan bumi dari pencemaran lingkungan (Buku TPST Mulyoagung Bersatu, 2011).

Pada saat ini, TPST Mulyoagung memiliki dua daerah pelayanan. Dua daerah tersebut antara lain Desa Mulyoagung dan Desa Sumbersekar yang merupakan wilayah Kecamatan Dau. Desa Mulyoagung telah dilayani dari awal TPST Mulyoagung beroperasi, sedangkan Desa Sumbersekar baru dilayani pada awal tahun 2014. Daerah pelayanan TPST, pada Juli 2013 telah mengalami peningkatan.

Awal TPST ini beroperasi, sampah yang diolah di TPST ini hanya sampah rumah tangga. Namun, pada pertengahan tahun 2013 wilayah pelayanan ditambah menjadi sampah sejenis rumah tangga, seperti taman rekreasi, hotel, kampus, dan lain-lain. Menurut data iuran TPST Mulyoagung Bersatu per Juli 2013 pendapatan yang diperoleh dengan mengelola sampah adalah sekitar Rp 31.388.000, 00 (tiga puluh satu juta tiga ratus delapan puluh delapan ribu rupiah), data iuran tersebut belum dijumlahkan dengan hasil pendapatan dari penjualan sampah dan hasil olahan sampah ke pihak ketiga.

Jumlah pelayanan TPST pada saat ini memiliki sekitar 39 daerah pelayanan, antara lain:

1. Desa Dermo,
2. Desa Jetak Ngasri,
3. Desa Jetak Lor,
4. Desa Jetak Lor Villa,
5. Desa Sengkaling,
6. Perumahan SKL Bumi Asri,
7. Perumahan Sengkaling,
8. Perumahan Sengkaling Indah I,
9. Perumahan Sengkaling Indah II
10. Perumahan Sengkaling Graha
11. Desa Jetis

12. Desa Jetis Ulil Abshar,
13. Desa Jetis Tea I,
14. Desa Jetis Tea II,
15. Desa Jetis MSI,
16. Jetis Pondok Indah,
17. Desa Jetis,
18. Jetis BCT,
19. Kampus OMA,
20. Warung SS,
21. Penginapan UMM Inn,
22. Perumahan LPB,
23. Kud Dau,
24. Taman Rekreasi Sengkaling,
25. Cahaya Catering,
26. Pondok Pesantren Ar-Rohmah,
27. Semanding,
28. Perumahan Bumi Asri Blok III,
29. Pondok Pesantren Daarul Fikri,
30. SMPM 06 Jetis,
31. Gudang Agus,
32. TK Dharma Wanita,
33. SD Muhammadiyah,
34. P. Sumartono,
35. P Sinyo Bumi Asri,
36. Alfamart,
37. SD, SMP Dikbut,
38. SD, SMP Hasanudin,
39. dan Sempuh.

TPST Mulyaogung Bersatu mulai beroperasi pada bulan Desember tahun 2010. Dengan hibah awal dari beberapa instansi terkait. Hibah awal yang diberikan demi berdirinya TPST dengan total biaya yang diberikan Rp 1.645.000.000 (1.6 Milyar Rupiah) dengan rincian berikut (Buku TPST Mulyaogung Bersatu, 2011):

1. Program Nasional Pemberdayaan Masyarakat (PNPM) Mandiri sebesar Rp 100.000.000.

2. APBN sebesar Rp 1,2 Milyar Rupiah
3. APBD Kabupaten Malang sebesar Rp 100.000.000.
4. Desa Mulyaagung yang berupa lahan seluas  $\pm 4000 \text{ m}^3$ .

Setelah TPST Mulyaagung Bersatu berkembang, maka sejak tahun 2011 hibah sarana dan pra sarana pun meningkat. TPST Mulyaagung Bersatu memiliki sarana prasarana yang dapat menunjang seluruh kegiatan di TPST. Sarana prasarana ini merupakan hibah dari beberapa instansi terkait yang telah membantu dalam mengelola sampah di Kabupaten Malang. Data-data sumber dana yang diterima dapat dilihat pada Tabel 2.4.

**Tabel 2. 4 Data Perolehan Sumber Dana TPST Mulyaagung Bersatu**

No	Jenis Bantuan	Sumber	Jumlah (Rp)	Tahun
1	Tanah kas desa seluas 4 m <sup>3</sup>	Swadaya Masyarakat	Data tidak ada	2009
2	Pagar tembok seluas 2000 m <sup>3</sup>	PNPM Mandiri	Rp 100,000,000	2009
3	Bangunan tembok ukuran 3m x100 m	APBD Kabupaten Malang	Rp 100,000,000	2010
4	Bangunan hangar baja, kantor, gudang, pos keamanan, 2 unit becak motor, 1 unit penggiling, 1 unit pengayak, dan jalan ukuran 4 m x 300 m	APBN	Rp 1,200,000,000	2010
5	Hangar baja ukuran 12 m x 12 m	AIG (Pemerintah Australia)	Rp 100,000,000	2011
6	Colt <i>Pick Up</i> T120 dan DP Becak Motor	Bupati Malang	Rp 45,000,000	2011

No	Jenis Bantuan	Sumber	Jumlah (Rp)	Tahun
7	Jaminan/asuransi kesehatan seluruh pegawai TPST	Dinas Kesehatan Kabupaten Malang	Data tidak ada	2011
8	Mesin pengrajang kompos	TPA Talangagung Kab. Malang	Data tidak ada	2011
9	1 unit dump truck (elf), 1 unit mesin jahit karung, dan 1 unit mesin pompa air	DKP Kabupaten Malang	Data tidak ada	2011
10	Bangunan jembatan (menghubungkan Dusun Jetak Lor dengan TPST)	PNPM Mandiri	Rp 100,000,000	2011
11	11 Ekor kambing	Dinas Peternakan Kab. Malang	Data tidak ada	2012
12	Hangar baja ukuran 12 m x 36 m, 4 unit becak motor, 1 unit perajang kompos, 1 unit perajang gelas plastik, 1 unit mesin ayak, dan 1 unit mixer pupuk	APBN	Data tidak ada	2012
13	1 unit pompa air dan 1 roll jaring paranet	Dinas perikanan Kab. Malang	Data tidak ada	2012

(Sumber: Himpunan Data TPST Mulyoagung Bersatu,2014)

Berdasarkan Tabel 2.4 modal awal untuk mendirikan TPST adalah sekitar Rp 1.645.000.000 (Rp 1.6 Milyar). Harga modal yang diberikan akan menjadi penentuan mengenai kelayakan TPST.

Menurut Hardianto dan Trihadiningrum (2014), TPST Mulyoagung Bersatu merupakan salah satu TPST terbaik dengan konsep 3R dalam skala nasional. Karena telah melakukan



pengolahan sampah dari 4 desa di sekitarnya, dan menghasilkan barang-barang yang bernilai ekonomi. TPST ini beroperasi diatas lahan seluas 3000 m<sup>2</sup> (Hardianto dan Trihadiningrum, 2014).

Hasil pengolahan sampah dan hibah dari beberapa investor akan digunakan untuk biaya operasi, perawatan, serta membayar gaji karyawan. Pada uraian sebelumnya, dari hasil iuran TPST Mulyoagung Bersatu per Juli 2013 pendapatan yang diperoleh dengan mengelola sampah adalah Rp 31.388.000, 00 (tiga puluh satu juta tiga ratus delapan puluh delapan ribu rupiah). Dan biaya tersebut belum dihitung berdasarkan keuntungan dari hasil penjualan sampah yang diolah.

Menurut Hardianto dan Trihadiningrum, 2014; hasil wawancara dengan pengelolaan TPST bahwa, jumlah pekerja pemilah 27 orang dan tenaga angkut yang digaji sekitar Rp725.000/bulan. Hasil penjualan sampah seperti barang rongsokan, keuntungan yang diperoleh mencapai Rp 12 Juta/bulan. Sementara biaya operasional mencapai Rp 32 juta/bulan. Sisa anggaran didapat dari hasil iuran sampah terendah antara Rp 5.000/bulan hingga Rp 25.000/bulan untuk kalangan usaha. Hasil penjualan kompos dijual dengan harga Rp 500/kg, dengan kapasitas produksi 300 kg/hari, limbah nasi basah untuk peternak babi berisi 16 kg/tong dijual dengan harga Rp 12.500.

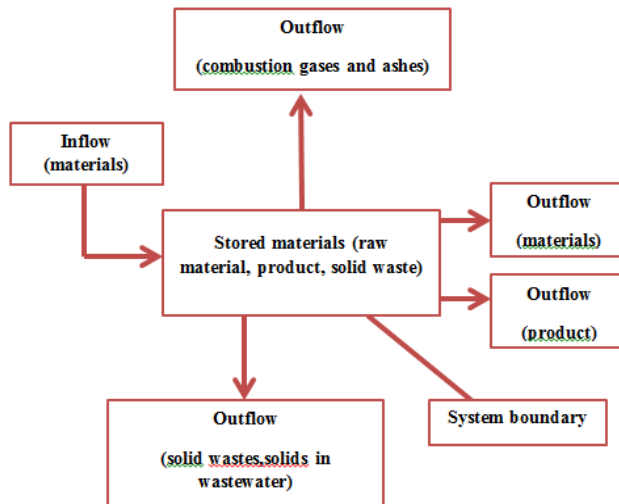
## 2.6 Pengukuran Timbulan Sampah

Menurut Pandebesie (2005) dan Tchobanoglous *et al.* (1993), terdapat beberapa metode untuk mengukur timbulan sampah, antara lain:

1. *Load-count analysis* (Analisis Perhitungan Beban). Metode ini menghitung jumlah masing-masing volume sampah masuk yang dihitung dengan mencatat volume sampah, berat sampah, jenis angkutan, dan sumber sampah. Kemudian, dihitung jumlah timbulan sampah kota selama periode tertentu.
2. *Weight-volume analysis* (Analisis Berat-Volume). Jumlah masing-masing volume sampah masuk dihitung dengan

mencatat volume dan berat sampah, kemudian menghitung jumlah timbulannya.

3. *Material-balance analysis* (Analisis Keseimbangan Material). Analisis ini menghasilkan data untuk sampah rumah tangga, industri, institusi, dan lain-lain. *Material balance* ini diperlukan untuk program daur ulang. Gambar 2.5 menunjukkan sketsa *material-balance analysis* menurut Tchobanoglous *et al.*, 1993.



**Gambar 2. 4 Sketsa *Material-balance analysis* (Tchobanoglous *et al.*, 1993)**

## 2.7 Perhitungan Analisis Finansial

Perhitungan analisis finansial dilakukan untuk menganalisis kelayakan suatu tempat pengelolaan sampah. Menurut Gurning *et al.* (2013) dalam perhitungan analisis finansial ini dibutuhkan jumlah biaya investasi yang dibutuhkan antara lain: besar biaya pemilahan sampah, biaya lahan dan rumah kompos, serta biaya produksi kompos, hasil penjualan, dan

lain-lain. Kriteria ekonomi yang digunakan dalam menghitung analisis finansial antara lain (Gurning *et al.*, 2013; dan Permana, 2010), *Net present value* (NPV), *Internal rate of return* (IRR), *Rasio cost benefit*, dan lain-lain. Namun karena TPST Mulyoagung dana yang diperoleh adalah dana hibah, sehingga yang dihitung hanya kelayakan finansial dari sisi *Net Present Value* (NPV).

Menurut Rachadian *et al.*, 2013 dan Prasetyo, 2013; *Net Present Value* (NPV) merupakan nilai sekarang dari seluruh aliran kas mulai sekarang sampai akhir proyek. Selain itu, dapat dikatakan juga sebagai selisih antara *Present Value* dari suatu biaya investasi. Suatu proyek dikatakan layak bila  $NPV \geq 0$  atau NPV yang paling besar. Kelebihan dari NPV adalah:

1. Memperhitungkan nilai uang karena faktor waktu sehingga lebih realistis terhadap perubahan warga.
2. Memperhitungkan arus kas selama usia ekonomi investasi.
3. Memperhitungkan adanya nilai sisa investasi.

Sedangkan kelemahan NPV adalah:

1. Lebih sulit dalam penggunaan perhitungan.
2. Derajat kelayakan selain dipengaruhi arus kas juga dipengaruhi oleh faktor usia ekonomis investasi.

Rumus perhitungan analisis finansial dengan menggunakan NPV dapat dilihat pada persamaan 2.2.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

- $B_t$  = nilai pemasukan suatu proyek  
 $C_t$  = nilai pengeluaran suatu proyek  
 $t$  = lamanya investasi  
 $n$  = lamanya investasi  
 $i$  = tingkat suku bunga (%)

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Deskripsi Penelitian**

Pertambahan penduduk yang disertai dengan tingginya arus urbanisasi ke perkotaan telah menyebabkan semakin tingginya volume sampah yang harus dikelola setiap hari. Volume sampah yang dihasilkan setiap hari oleh tiap rumah warga di desa Mulyoagung  $\pm$  7.940 kg dan hal ini masih belum termasuk sampah dari rumah produksi di wilayah desa. Sehingga dapat diperkirakan bahwa total keseluruhan volume sampah yang dihasilkan oleh desa Mulyoagung setiap harinya rata-rata mencapai 8 sampai dengan 9 ton sampah. Hal tersebut bertambah sulit karena keterbatasan lahan untuk tempat pembuangan akhir (TPA) sampah. Menurut Buku TPST Mulyoagung Bersatu (2011), keberadaan TPST Mulyoagung Bersatu dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut diatas, diantaranya:

1. Melakukan pengenalan karakteristik sampah dan metode pembuangannya,
2. Merencanakan dan menerapkan pengelolaan persampahan secara terpadu (pengumpulan, pengangkutan, dan pembuangan akhir),
3. Menggalakkan program Reduce, Reuse dan Recycle (3R).

Akibat permasalahan tersebut, sehingga memunculkan ide untuk mengolah sampah di desa Mulyoagung Bersatu sebelum dibuang ke TPA setempat dengan membangun TPST Mulyoagung Bersatu. Sehingga sampah yang masuk hanya hasil residu dari proses reduksi sampah di TPST (Buku TPST Mulyoagung, 2011).

Penelitian ini berfungsi untuk mengkaji pengolahan sampah rumah tangga di TPST Mulyoagung Bersatu. TPST Mulyoagung sudah melakukan berbagai macam kegiatan dalam rangka mereduksi sampah sebelum dibuang ke TPA. Pengolahan sampah yang dilakukan antara lain sebagai berikut:

1. Sampah Basah: pengolahan sampah basah dilakukan dengan mengomposkan sampah basah di TPST, dan menjual sampah basah sebagai pakan ternak. Penjualan kompos dan pakan ternak ini telah dilakukan kerjasama dengan pihak ketiga sebagai konsumen penjualan sampah.
2. Sampah Kering: pengolahan sampah kering ini dilakukan dengan prinsip 3R seperti yang telah dijelaskan di latar belakang. Sampah yang telah dipilah ini dibagi menjadi beberapa produk seperti kaca/beling, 12 macam lapak keras, 3 macam lapak kertas, dan 2 macam lapak plastik. Sampah yang telah dipilah ini kemudian dijual ke pihak ketiga untuk dijadikan bahan baku industri.
3. Residu: residu sampah ini merupakan sampah yang tidak dapat diolah kembali. Sehingga residu ini langsung diangkut ke TPA.

Sehubungan dengan bertambahnya wilayah pelayanan, maka kuantitas sampah yang masuk juga bertambah. Kajian ini memerlukan analisis mengenai data kuantitas dan komposisi sampah yang masuk di TPST Mulyoagung Bersatu, karena data belum memiliki data kuantitas dan komposisi dengan wilayah pelayanan yang baru. Kemudian, menganalisis data mengenai hasil pengolahan sampah berupa produk yang dihasilkan, karena produk yang dijual sangat variatif dan mendatangkan keuntungan dari segi finansial. TPST ini sudah berjalan  $\pm$  4 Tahun sejak akhir tahun 2010, namun belum ditemukan penelitian mengenai kelayakan TPST Mulyoagung ditinjau dari aspek finansial. Karena itulah, sehingga TPST Mulyoagung ini sangat menarik untuk dikaji.

Pengolahan sampah di TPST ini menghasilkan beberapa hal yang menarik untuk dikaji, antara lain:

1. Adanya TPST Mulyoagung sangat berguna untuk mereduksi sampah ke TPA. Sampah yang diolah hanya sampah rumah tangga berdasarkan wilayah pelayanan TPST.

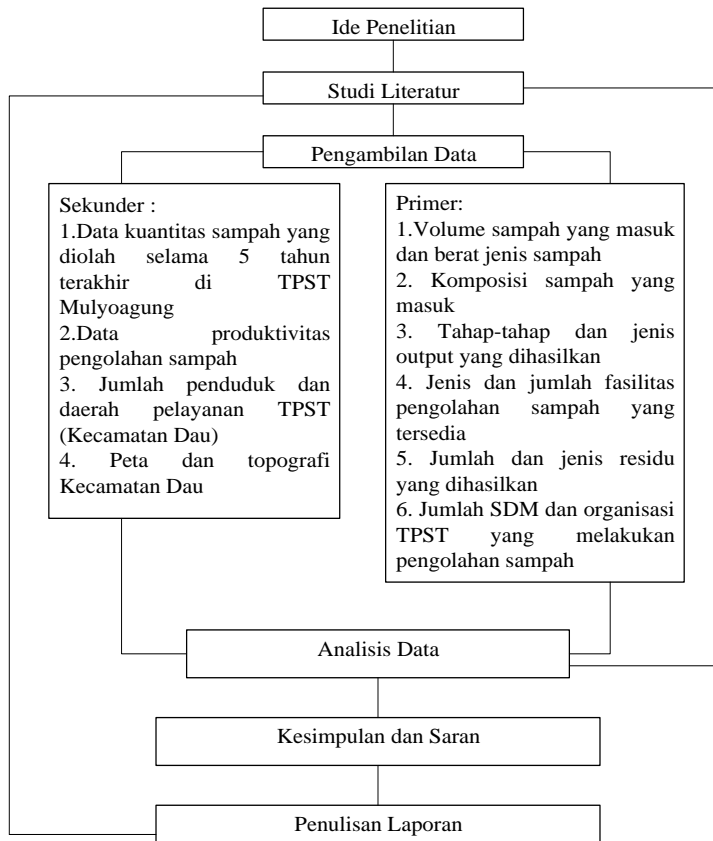
2. TPST Mulyoagung telah melakukan pemilahan sampah dan hasil pemilahan tersebut telah dijual ke pihak ketiga.
3. Hasil penjualan sampah kering, kompos, dan sampah basah yang dijadikan pakan ternak dapat digunakan untuk menghitung analisis finansial.
4. Proses pengomposan di TPST dapat mereduksi jumlah sampah yang akan masuk ke TPA.

### **3.2 Tahapan Penelitian**

Penelitian dilakukan di TPST Mulyoagung Bersatu, kecamatan Dau kabupaten Malang. Kerangka penelitian untuk penelitian ini dapat dilihat pada Gambar **3.1**.

Pada tahap penelitian ini (lihat Gambar **3.1**) dibutuhkan beberapa data yang menunjang akan penelitian di TPST Mulyoagung Bersatu ini. Data-data ini disesuaikan dengan tujuan penelitian yang akan diteliti.

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diambil langsung dari lapangan, sebagai contoh data hasil sampling dan data hasil pengukuran volume sampah selama 8 hari berturut-turut. Data sekunder adalah data yang bersumber dari laporan atau data yang berasal dari literatur tertentu, sebagai contoh adalah laporan tahunan pengukuran volume sampah dan peta. Data primer dan data sekunder, serta data-data penunjang lainnya dapat dilihat pada Gambar **3.1**. Serta rincian pengambilan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini dapat dilihat pada subbab **3.4**.



**Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian**

### 3.3 Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk mencari informasi-informasi yang diperlukan selama penelitian berlangsung. Hal ini diperlukan untuk memperlancar penelitian agar berhasil dengan baik. Studi literatur ini dapat diperoleh dari buku (*text book*), SNI, jurnal, laporan tugas akhir, laporan tesis, disertasi, dan lain-lain yang terkait dengan studi ini. Studi literatur ini dilaksanakan sepanjang waktu selama pelaksanaan penelitian.

### 3.4 Pengambilan Data

#### 3.4.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang berasal langsung dari TPST Mulyoagung Bersatu . Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain:

1. Volume sampah yang diolah di TPST Mulyoagung.  
Volume sampah ini dihitung berdasarkan metode *load-count analysis* atau *weight –volume analysis* dan *random sampling*, dengan menghitung total volume sampah yang masuk ke TPST. Dan disesuaikan dengan volume bak kendaraan pengumpul tersebut. Untuk pengambilan sampah berdasarkan volume dan berat sampah di kendaraan pengumpul serta frekuensi pengumpulan 8 hari berturut turut yang dilakukan sesuai dengan acuan SNI 19-3964-1995 (Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah perkotaan). Untuk berat sampah di kendaraan pengumpul dilakukan penimbangan terlebih dahulu. Penimbangan dilakukan di jembatan timbang atau sebelum diletakkan ke area penerimaan yang telah ditimbang terlebih dahulu dengan menggunakan timbangan digital. Hal ini bertujuan untuk mengetahui berat total sampah (dalam satuan kg atau ton) yang masuk ke TPST Mulyoagung Bersatu. Data berat dan volume ini digunakan untuk perhitungan berat jenis (densitas) sampah yang masuk di TPST Mulyoagung Bersatu. Untuk penentuan volume (dalam satuan  $m^3$ ) sampah berdasarkan volume kendaraan pengumpul, dikarenakan volume di kendaraan pengumpul memiliki volume yang sama. Sehingga volume dapat dihitung dengan menggunakan persamaan perhitungan volume (panjang $\times$ lebar $\times$ tinggi). Kemudian setelah mengetahui volume dan berat, maka dapat menghitung berat jenis sampah (dalam satuan  $kg/m^3$ ) yang masuk dengan menggunakan persamaan perhitungan berat jenis sampah (Tchobanoglous *et al.*,



1993) seperti persamaan **2.1** pada subbab **2.3**. Perhitungan berat juga dapat disesuaikan dengan densitas sampah di kendaraan pengumpul misal  $250 \text{ kg/m}^3$  dan dikalikan dengan volume kendaraan pengumpul yang telah dihitung volumenya. Langkah ini dilakukan apabila tidak ada jembatan timbang di TPST dan timbangan digital.

2. Komposisi sampah yang diolah di TPST Mulyoagung. Komposisi sampah ditentukan dari 100 kg sampah per sampel yang masuk melalui kendaraan pengumpul, dan telah diketahui berat atau berat jenisnya. Komposisi ini berdasarkan masing – masing komponen sampah yang ditimbang dan ditentukan persentase per komponennya dari berat dan total sampah yang masuk. Setelah dilakukan pemilahan kemudian menghitung kuantitas komposisi sampah ini mengacu pada SNI 19-3964-1995 (Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah perkotaan) dan disesuaikan dengan perhitungan di literatur Tchobanoglous *et al.*, 1993. Jumlah sampah yang dianalisis sekitar 10% dari total kendaraan pengumpul yang masuk setiap hari di TPST. Kemudian sampah yang akan diambil menggunakan teknik perempatan sesuai panduan di Tchobanoglous *et al.*, 1993; untuk memperoleh sampel komposisi sampah sebanyak 100 kg. Metode perempatan dapat dilihat pada Subbab **2.3**.
3. Jenis dan kuantitas produk hasil olahan yang dihasilkan oleh TPST Mulyoagung. Jenis dan produk ini berdasarkan hasil komponen sampah yang telah diolah dengan prinsip 3R dan dijual ke pihak ketiga. Data jenis dan kuantitas output ini akan digunakan untuk analisis finansial pada pembahasan dengan data dari hasil penjualan output.
4. Jenis dan jumlah fasilitas pengolahan sampah. Penentuan fasilitas ini berdasarkan pemantauan langsung di

lapangan dengan menghitung sendiri jumlah dan jenis fasilitas yang tersedia di TPST Mulyoagung. Fasilitas ini terkait utilitas, kebutuhan bahan bakar, listrik, mesin pengayak kompos, motor jenis Becak motor, dan lain-lain. Data jumlah fasilitas ini digunakan untuk analisis finansial dari TPST Mulyoagung.

5. Jumlah dan jenis residu yang dihasilkan berdasarkan analisis kesetimbangan bahan yang dilakukan berdasarkan sampah yang masuk ke TPST.
6. Jumlah SDM dan organisasi TPST yang melakukan pengolahan sampah. Jumlah SDM antara lain tenaga kerja pemilahan, supir pengangkut sampah, dan lain-lain. Data tersebut berguna untuk analisis finansial dari TPST Mulyoagung.

### 3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder berasal dari studi literatur, baik itu yang diperoleh dari internet, buku TPST Mulyoagung, laporan tesis, laporan tugas akhir, dan lain-lain yang dianggap menunjang data kondisi TPST Mulyoagung. Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain:

1. Data kuantitas sampah yang diolah selama 3 - 5 tahun terakhir. Data ini berguna untuk mengetahui reduksi sampah dengan dilakukan pengolahan sampah di TPST Mulyoagung.
2. Data produktivitas pengolahan sampah di TPST Mulyoagung. Data ini berguna dalam penentuan analisis finansial TPST Mulyoagung.
3. Jumlah penduduk dan daerah pelayanan TPST Mulyoagung. TPST Mulyoagung hanya melayani penduduk yang membayar retribusi sampah. Sehingga tidak semua penduduk dilayani oleh TPST. Data ini berguna untuk mengetahui jumlah pelayanan TPST dan

besarnya kepedulian masyarakat dalam mereduksi sampah.

4. Peta dan keadaan topografi Kecamatan Dau, Kabupaten Malang. Data ini berguna untuk menyesuaikan letak kondisi eksisting TPST dengan daerah pelayanan dalam mengelola sampah di TPST Mulyoagung Bersatu.

### **3.5 Analisis Data dan Pembahasan**

Analisis data dan pembahasan akan dilakukan berdasarkan aspek teknis dan aspek finansial sebagai berikut:

- a. Aspek Teknis

Aspek teknis yang akan dikaji antara lain:

1. Data volume dan komposisi sampah yang diolah oleh TPST Mulyoagung Bersatu dan produk serta residu yang dihasilkan. Data ini berguna untuk menghitung analisis kesetimbangan bahan dari proses pengolahan sampah di TPST Mulyoagung Bersatu.
2. Data tentang tahap-tahap penanganan sampah dari yang masuk, yang dipilah, yang dijual, hingga yang akan dibuang ke TPA. Sehingga, data ini akan digunakan dalam menentukan diagram alir dari kegiatan pengolahan sampah di TPST Mulyoagung Bersatu.

- b. Aspek Finansial

Aspek finansial merupakan aspek yang dihitung dari faktor finansial produktivitas yang dilakukan oleh TPST Mulyoagung. Dibutuhkan beberapa data dalam perhitungan ini antara lain jenis dan jumlah fasilitas, organisasi dan SDM pengolahan sampah, jumlah produktivitas, dan jenis produk yang dihasilkan dan yang dijual ke pihak ketiga. Data yang diperlukan dalam perhitungan adalah

data mengenai pemasukan serta pengeluaran yang diperlukan dalam mengelola TPST Mulyoagung Bersatu. Data pemasukan yang dimaksud adalah data hibah dari pihak ketiga, seperti pemberian tanah, pemberian motor Becak motor, pemberian mesin pengayakan kompos, biaya retribusi dari pelanggan TPST, dan lain-lain. Data pengeluaran yang dimaksud adalah biaya operasional dan pemeliharaan, meliputi biaya listrik, gaji karyawan, air, kebutuhan BBM, perbaikan, perawatan mesin, dan lain-lain. Metode perhitungan analisis finansial dapat dilihat pada Subbab 2.7.

Dari kedua aspek tersebut, akan dibahas dilaporan penelitian yang ditampilkan dalam tulisan, gambar, perhitungan dan tabel. Setelah melakukan analisis data dan pembahasan dan menyusun dalam laporan ilmiah, maka akan memperoleh kesimpulan dan saran.

### **3.6 Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan dan saran diperoleh berdasarkan hasil penelitian dari hasil analisis data dan pembahasan. Kesimpulan disesuaikan dengan tujuan penelitian yang telah diuraikan di Bab Pendahuluan.

### **3.7 Penulisan Laporan**

Penulisan Laporan dilaksanakan sepanjang waktu selama penelitian dilakukan. Hal ini penting dilakukan untuk mendokumentasikan semua informasi yang diperoleh selama pelaksanaan studi literatur dan pengambilan data primer-sekunder yang diperlukan untuk mencapai tujuan penelitian.

**“Halaman Sengaja Dikosongkan”**

## BAB 4

### ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Sumber dan Volume Sampah Yang Diolah

##### 4.1.1 Data Volume Sampah Yang Telah Diolah

TPST Mulyoagung merupakan TPST yang terletak di Desa Mulyoagung Bersatu di Kecamatan Dau, Kabupaten Malang. TPST ini telah beroperasi  $\pm$  3 tahun sejak Februari 2011 dengan berbasis pada konsep 3R (*reduce*, *reuse*, dan *recycle*). Sampah yang dikelola di TPST ini sangat beragam, sampah akan dipilah berdasarkan memiliki nilai jual. Sampah basah yang dipilah adalah sampah sisa makanan dan sampah kebun, sampah kebun akan diolah menjadi kompos, dan sisa makanan akan dijual sebagai pakan ternak babi. Selain sampah basah juga memilah sampah kering antara lain sampah plastik, kertas, kaleng, kain/tekstik, dan lain-lain; sampah kering yang bernilai jual oleh rekanan akan dijual ke rekanan TPST. Sampah kering yang tidak memiliki nilai jual seperti *diapers*, *styrofoam*, kayu, dan sebagainya atau yang tidak dapat diolah di TPST ini akan dibuang ke TPA.

Tabel 4.1 menunjukkan data volume sampah TPST Mulyoagung Bersatu yang telah dikelola selama 3 tahun dari tahun 2011-2013 dan belum terdapat data tahun 2014.

**Tabel 4. 1 Volume Sampah Yang Dikelola 3 Tahun Terakhir**

Tahun ke-	Nama Tahun	Volume (m <sup>3</sup> /hari)
1	2011	30
2	2012	45
3	2013	50

(Sumber : Himpunan Data TPST Mulyoagung Bersatu, 2014)

Berdasarkan ketentuan Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian PU (2012), TPST Mulyoagung Bersatu menggunakan prinsip pengelolaan sampah skala kawasan. Karena di TPST Mulyoagung Bersatu memiliki pengolahan sampah dan fasilitas

pengolahan sampah. Fasilitas pengolahan sampah akan dibahas pada subbab 4.1.3.

Menurut himpunan data TPST Mulyoagung Bersatu, sumber sampah yang masuk ke TPST sangat beragam. Mayoritas sumber sampah berasal dari perumahan dan pemukiman, seperti perumahan Oma Campus Malang, Sengkaling Regency, pemukiman desa Sumbersekar, dan lain-lain. Kemudian terdapat sampah yang berasal dari fasilitas umum seperti Pondok Pesantren Ar-Rohmah Malang, Hotel UMM Inn, Taman Rekreasi Sengkaling, dan lain sebagainya. Selama pengukuran sampah di lapangan, sampah yang masuk dari Taman Rekreasi Sengkaling sangat sedikit jumlahnya, dan yang paling banyak adalah sampah rumah tangga.

Pada saat ini TPST telah melayani sebanyak 1550 KK (Himpunan Data TPST, 2014) dengan luas wilayah TPST sebesar  $3400 \text{ m}^2$  atau 0.34 ha. Saat dilakukan sampling di TPST, lahan yang digunakan untuk meletakkan dan memilah sampah sebesar  $360 \text{ m}^2$  dengan volume sampah mencapai  $50 \text{ m}^3/\text{hari}$ .

Kondisi eksisting TPST Mulyoagung Bersatu diketahui berdasarkan hasil observasi di lapangan selama pelaksanaan sampling berlangsung. Pada saat ini, TPST Mulyoagung Bersatu telah memiliki 3 unit zona dalam melakukan pengolahan sampah antara lain:

1. Zona 1:  
Zona penerimaan dan pemilahan sampah ( $360 \text{ m}^2$ )
2. Zona 2:  
Zona pemilahan sekunder dan tempat menimbun hasil olahan sampah ( $250 \text{ m}^2$ )
3. Zona 3:  
Zona penimbunan lapak sampah yang siap jual ( $432 \text{ m}^2$ )
4. Zona 4 :  
Zona pengomposan ( $300 \text{ m}^2$ )

Selain memiliki 3 zona pengolahan sampah, TPST Mulyoagung Bersatu memiliki satu unit kantor, satu unit gudang, satu unit kamar mandi, satu unit dapur, satu unit ruang pertemuan, dan satu

unit kandang kambing. Zona TPST dan letak tata ruang TPST dapat dilihat pada Lampiran A nomor 1.

Seperti yang telah diuraikan pada subbab 2.5 bahwa TPST memiliki 39 daerah pelayanan. Sampah yang diangkut dari sumber daerah pelayanan dilakukan pada pukul 05.00 WIB hingga pukul 11.00 WIB. Hal ini dikarenakan bahwa sampah yang masuk harus segera diolah pada jam kerja setiap harinya, dan residu sampah harus dibuang setiap hari agar tidak terjadi penumpukan sampah di area TPST.

Hasil pemilahan sampah di TPST ini sangat beragam. Sampah basah akan diolah seperti sampah kebun akan dijadikan sebagai kompos. Sampah yang merupakan sisa makanan seperti nasi dan roti akan dijual ke peternak babi di sekitar Kota dan Kabupaten Malang. Sedangkan sampah kering semuanya dijual ke rekanan TPST dengan harga tertentu.

TPST Mulyoagung Bersatu dalam mengumpulkan sampah dari sumber menggunakan pola pengumpulan individual tidak langsung. Menurut Pandebesie (2005), pola pengumpulan sampah individual tidak langsung ini adalah metode pengumpulan sampah dari masing-masing sumber sampah yang dibawa ke lokasi pemindahan (TPS/TPST) dengan menggunakan kendaraan pengumpul (seperti gerobak) untuk selanjutnya diangkut ke TPA. Untuk mengumpulkan sampah, TPST Mulyoagung Bersatu menggunakan kendaraan gerobak sampah, Becak motor, dan *pick up*.

Seperti telah diuraikan sebelumnya, sampah yang dipilah sebagian akan diolah, seperti sampah kebun dikomposkan terlebih dahulu kemudian dijual. Proses komposting di TPST Mulyoagung Bersatu menggunakan sistem *windrow*. Kemudian untuk sampah plastik sebagian dicacah menjadi serpihan lalu dijual ke rekanan, harga serpihan ini sangat mahal dibandingkan jenis plastik yang masih utuh.

Walaupun telah memiliki pengelolaan sampah terbaik skala nasional, namun di TPST Mulyoagung Bersatu belum memiliki pengolahan air limbah dengan baik. Berdasarkan



observasi lapangan, ditemukan bahwa air lindi maupun air limbah yang berasal dari WC dan dapur langsung dibuang ke sungai yang berdekatan dengan lokasi TPST Mulyoagung Bersatu.

#### 4.1.2 Data SDM TPST Mulyoagung Bersatu

TPST Mulyoagung Bersatu memiliki 78 Pegawai yang dibagi menjadi 3 kluster antara lain tenaga pemilah, tenaga angkut, dan tenaga binamutu. Para pegawai di TPST ini mayoritas berasal dari penduduk di sekitar Kecamatan Dau yang awalnya merupakan pengangguran.

Tenaga pemilah merupakan karyawan TPST yang mayoritas adalah wanita dan berfungsi untuk memilah sampah. Tenaga angkut merupakan karyawan TPST yang mayoritas adalah pria dan berfungsi untuk mengangkut sampah dengan menggunakan gerobak. Sedangkan tenaga binamutu merupakan karyawan TPST yang berfungsi sebagai tenaga pemilah, tenaga pencacah plastik, tenaga mengemas produk olahan sampah, tenaga pengomposan, supir kendaraan Becak motor, dan supir *dump truck*. Dengan kata lain tenaga binamutu merupakan pegawai TPST yang bekerja lebih dari satu pekerjaan. Namun, data yang diperoleh bahwa jumlah pekerja terdapat 4 bagian tenaga kerja, seperti tenaga angkut, tenaga zona 1-4 (tenaga pemilah dan binamutu), tenaga staf, tenaga koperasi, dan tenaga linmas. Tabel 4.2 menunjukkan jumlah tenaga kerja per bagian pekerjaan, antara lain:

**Tabel 4. 2 Data Jumlah Tenaga Kerja TPST Mulyoagung Bersatu**

No.	Jenis Tenaga Kerja	Jumlah (org)
1	Petugas Angkut	22
2	Petugas Zona 1-4	47
3	Staf Kantor	3
4	Koperasi	2

No.	Jenis Tenaga Kerja	Jumlah (org)
5	Linmas	3
6	Ketua	1
<b>TOTAL</b>		<b>78</b>

(Sumber: Himpunan Data TPST Mulyoagung Bersatu, 2014)

Jadwal kerja di TPST Mulyoagung Bersatu dilakukan setiap hari dari pukul 07.00 WIB hingga pukul 17.00 WIB, tanpa libur seperti jam kerja pada umumnya yang menjadwalkan setiap hari sabtu dan minggu terdapat hari libur. Namun, di TPST Mulyoagung Bersatu hal ini tidak diberlakukan, karena apabila melakukan hari libur maka sampah yang diolah akan mengalami peningkatan pengolahan pasca hari libur. Akan tetapi, untuk para pegawai terdapat hari libur dalam bentuk *shift* tertentu. Sehingga setiap pegawai pengolahan sampah di TPST Mulyoagung Bersatu memperoleh jatah hari libur yang berbeda.

#### 4.1.3 Data Fasilitas Pengumpulan Dan Pengolahan Sampah

Untuk menunjang proses pengumpulan sampah, TPST Mulyoagung Bersatu memiliki 10 unit gerobak, 6 unit Becak motor, dan 2 unit pick up untuk mengambil sampah dari sumber. Jumlah kendaraan yang disebutkan, merupakan jumlah kendaraan yang masih aktif mengumpulkan sampah dari sumber penghasil sampah. Untuk mengangkut residu ke TPA terdapat 1 unit *dump truck*.

Sistem pengumpulan sampah menggunakan sistem SCS, yaitu hanya dengan mengangkut sampahnya saja, demikian juga dengan pengangkutan sampah ke TPA. Gambar 4.1; 4.2; dan 4.3 akan menunjukkan jenis kendaraan yang digunakan dalam mengumpulkan dan mengangkut sampah ke TPST setiap harinya.



**Gambar 4. 1 Kendaraan Becak motor TPST Mulyoagung Bersatu**

Gambar 4.1 menunjukkan kendaraan Becak motor yang digunakan untuk mengangkut sampah ke TPST. Kendaraan ini merupakan kendaraan khas di TPST Mulyoagung Bersatu. Sampah yang masuk dengan Becak motor biasanya mulai pukul 06.30 WIB hingga pukul 10.30 WIB. Berdasarkan hasil pengukuran sampah rata-rata ukuran Becak motor selama pengukuran adalah sebagai berikut:

- Panjang : 1.7 m
- Lebar : 1.1 m
- Tinggi : 1.5 m (rata-rata)



**Gambar 4. 2 Kendaraan Gerobak TPST Mulyoagung Bersatu**

Gerobak sampah (Gambar 4.2) merupakan kendaraan pengumpul selain Becak motor. Pengumpulan sampah dengan

menggunakan gerobak biasanya dilakukan pada pagi hari menjelang matahari terbit atau sekitar pukul 05.00 WIB hingga pukul 06.00 WIB. Gerobak sampah merupakan kendaraan pengumpul yang telah dikenal untuk mengumpulkan sampah di Indonesia. Ukuran gerobak sampah umumnya yang masuk ke TPST adalah sebagai berikut:

- Panjang : 1.43 m
- Lebar : 0.81 m
- Tinggi : 0.9 m (rata-rata)

Selain gerobak sampah, kendaraan lainnya adalah *Colt Pick Up*. Kendaraan ini biasanya beroperasi dari pukul 05.00 WIB hingga pukul 10.30 WIB. Kendaraan ini hanya mengumpulkan sampah yang berasal dari Desa Sumbersekar Dau, perumahan Embong Anyar, dan Kampus UIN Malang. Ukuran *Colt Pick Up* umumnya yang masuk ke TPST adalah sebagai berikut:

- Panjang : 2.4 m
- Lebar : 1.4 m
- Tinggi : 1 m



**Gambar 4. 3 Dump Truck TPST Mulyoagung Bersatu**

Kendaraan *dump truck* (Gambar 4.3) di TPST bukan digunakan untuk mengumpulkan sampah dari sumber seperti gerobak sampah, Becak motor, dan *Pick up*. Kendaraan ini

digunakan untuk mengangkut residu sampah ke TPA. Jumlah *dump truck* di TPST Mulyoagung Bersatu hanya satu unit. Jumlah rit per hari dalam mengangkut residu sekitar 1 hingga 2 rit per hari. Ukuran *dump truck* adalah sebagai berikut:

- Panjang : 3.4 m
- Lebar : 1.98 m
- Tinggi : 1.90 m

Hasil pengukuran volume kendaraan dapat dilihat pada subbab **4.2** dan subbab **4.2.1**.

Selain memiliki fasilitas kendaraan pengumpul dalam mengumpulkan sampah yang akan diolah, TPST memiliki fasilitas pengolahan sampah. Hasil observasi di lapangan menunjukkan bahwa selain memiliki zona dan kendaraan, terdapat beberapa alat untuk mengolah sampah seperti 1 unit pencacah plastik, 1 unit pencacah kompos, 1 unit penggiling kompos, dan 1 unit pengayak kompos. Alat pencacah plastik digunakan untuk mencacah plastik tipe LDPE seperti plastik untuk plastik kemasan air mineral gelas, plastik kemasan untuk jus *pop ice*, dan sebagainya. Alat pencacah kompos (Gambar **4.6**) digunakan untuk mencacah kompos setengah jadi dari ukuran yang besar menjadi ukuran kecil. Hal ini berguna untuk mempermudah proses pengayakan kompos sebelum dijual ke rekanan. Alat penggiling kompos (Gambar **4.5**) digunakan untuk memperhalus partikel kompos agar lebih mudah diayak. Alat pengayak kompos bertujuan untuk mengayak kompos sebelum dijual dan dikemas (Gambar **4.4**). Proses komposting di TPST di TPST Mulyoagung Bersatu rata-rata dalam 30 hari. Tabel **4.3** menunjukkan jumlah fasilitas di TPST Mulyoagung Bersatu.

**Tabel 4. 3 Data Perhitungan Jumlah Fasilitas TPST Mulyoagung Bersatu**

No.	Jenis Fasilitas	Jumlah (unit)
1	Kantor	1
2	Kamar Mandi	1
3	Dapur	1

No.	Jenis Fasilitas	Jumlah (unit)
4	Gudang	1
5	Kandang Kambing	1
6	Timbangan duduk 300 kg	2
7	Becak motor	6
8	Gerobak	10
9	<i>Pick Up</i>	2
10	<i>Dump Truck</i>	1
11	Pencacah Plastik	1
12	Pencacah Kompos	1
13	Penggiling Kompos	1
14	Pengayak Kompos	1
15	Komputer	1
16	Lemari	2
17	Meja Kerja	5
18	Kursi Kerja	5
19	Sofa	1
20	Ruang Pertemuan	1
<b>TOTAL</b>		<b>44</b>

Selain memiliki fasilitas pengolahan sampah, untuk menunjang administrasi, TPST Mulyoagung memiliki 1 unit komputer sebagai perangkat penyimpanan data di TPST Mulyoagung Bersatu. Ruang pertemuan di TPST Mulyoagung Bersatu sebagai ruangan untuk menyambut para tamu yang berkunjung ke TPST. Karena di TPST Mulyoagung Bersatu memberlakukan fasilitas media pembelajaran atau wisata untuk para pengunjung TPST.



**Gambar 4. 4 Alat Pengayak Kompos TPST Mulyoagung Bersatu**



**Gambar 4. 5 Alat Penggiling Kompos TPST Mulyoagung Bersatu**



**Gambar 4. 6 Alat Pencacah Kompos TPST Mulyoagung Bersatu**

## **4.2 Analisis Aspek Teknis**

### **4.2.1 Data Volume, Berat, dan Berat Jenis Sampah**

Timbulan sampah yang masuk ke TPST. Pada penelitian ini untuk melakukan perhitungan timbulan sampah, hal yang dilakukan terlebih dahulu adalah mencatat volume sampah yang berasal dari kendaraan pengumpul yang masuk ke TPST. Pencatatan volume ini dilakukan selama 8 hari selama jam kerja di TPST. Pengukuran volume sampah ini dilakukan dari tanggal 1 April 2014 hingga 8 April 2014.

Pengukuran volume menggunakan alat meteran dengan menghitung panjang dan lebar kendaraan pengumpul, serta tinggi sampah. Sehingga dengan mengetahui panjang, lebar, dan tinggi maka dapat menghitung volume sampah di kendaraan pengumpul. Satuan volume yang digunakan adalah  $\text{m}^3$  (meter kubik).

Seperti yang diuraikan pada Subbab 4.1 dan Tabel 4.1 bahwa volume sampah pada tahun 2013 meningkat menjadi 50  $\text{m}^3$ . Pada Tabel 4.4 menunjukkan bahwa volume sampah meningkat menjadi 55  $\text{m}^3$ , hal ini dikarenakan sejak awal tahun 2014 telah menambah wilayah pelayanan yaitu Desa Sumbersekar Kecamatan Dau. Volume sampah 55  $\text{m}^3$  merupakan volume total yang masuk dari jenis kendaraan yang ada. Namun rata-rata volume per kendaraan berbeda beda tiap jenis kendaraan. Tabel 4.4 menunjukkan volume rata-rata per tiap jenis kendaraan. Sedangkan Tabel 4.5 menunjukkan data volume sampah per tiap jenis kendaraan pengumpul yang masuk.

**Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Volume Sampah di TPST Mulyoagung Bersatu**

No	Hari	Tanggal	Jumlah kendaraan (unit/hari)	Volume Sampah ( $\text{m}^3$ /hari)
1	Pertama	1/4/2014	28	67
2	Kedua	2/4/2014	24	53
3	Ketiga	3/4/2014	26	56
4	Keempat	4/4/2014	24	52
5	Kelima	5/4/2014	26	49
6	Keenam	6/4/2014	28	54
7	Ketujuh	7/4/2014	28	62
8	Kedelapan	8/4/2014	22	45
<b>RATA-RATA</b>				<b>55</b>



**Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Volume Rata-rata Sampah Per  
Tiap Jenis Kendaraan**

No	Jenis Kendaraan	Volume Rata-rata (m <sup>3</sup> /hari)
1	Gerobak	0.8
2	Becak motor	2.6
3	Pick Up	4.3

Selama proses sampling di TPST Mulyoagung Bersatu, terjadi penurunan dan peningkatan volume dalam 8 hari. Peningkatan volume paling besar biasanya terjadi pada hari sabtu, minggu, dan senin. Hal ini dibuktikan dengan peningkatan volume yang terjadi pada proses sampling di hari pertama, keenam, dan ketujuh selama proses sampling. Hal ini dibuktikan dari data pengukuran pada Tabel 4.4. Peningkatan volume ini biasanya terjadi akibat adanya aktivitas masyarakat sekitar seperti kegiatan tahlilan untuk orang meninggal, hajatan, pernikahan, dan lain sebagainya. Dengan adanya kegiatan demikian sehingga mengakibatkan meningkatnya volume sampah. Selain itu pada hari sabtu dan minggu merupakan hari libur sehingga sampah pun dapat meningkat antara hari sabtu hingga senin.

Untuk menghitung berat jenis yang masuk, selain menghitung volume sampah juga mengukur berat yang masuk di TPST. Pengukuran berat ini dapat diketahui dengan menggunakan jembatan timbang, atau diukur satu per satu sampah yang berada di kendaraan pengumpul. Dengan mengetahui berat sampah maka dapat menghitung berat jenis sampah yang masuk ke TPST Mulyoagung Bersatu. Langkah perhitungan berat dapat dilihat pada Lampiran C. 2. Pengukuran berat sampah dapat dilihat pada Tabel 4.6.

**Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Berat Rata-rata Sampah Per Tiap Jenis Kendaraan**

No	Jenis Kendaraan	Rata-rata Jumlah Kendaraan/hari	Berat Total (kg)/hari
1	Gerobak	10	1371.3
2	Becak motor	12	5443.2
3	Pick Up	3	5049.9
<b>JUMLAH</b>		<b>Kg</b>	<b>11864.4</b>
		<b>ton</b>	<b>11.86</b>

Setelah mengetahui berat dan volume sampah, maka kita dapat menghitung berat jenis sampah di TPST Mulyoagung dari masing-masing kendaraan pengumpul yang masuk per harinya. Persamaan perhitungan berat jenis dapat dilihat pada persamaan 2.1 di Bab 2. Salah satu contoh perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Densitas } (\rho) &= \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} \\
 \text{Densitas Gerobak } (\rho) &= \frac{\text{Berat Gerobak}}{\text{Volume Gerobak}} \\
 \text{Densitas Gerobak } (\rho) &= \frac{137.13 \text{ kg}}{0.8 \text{ m}^3} \\
 \text{Densitas Gerobak } (\rho) &= 171.42 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Perhitungan untuk mengetahui densitas sampah becak motor dan pick up menggunakan rumus dan cara perhitungan yang sama. Dengan demikian, sehingga hasil perhitungan dapat ditabulasikan pada Tabel 4.7.

**Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Berat Jenis Sampah di TPST Mulyoagung Bersatu**

No	Jenis Kendaraan	Berat Rata-rata (kg)	Volume Rata-rata (m3)	Berat Jenis (kg/m3.hari)
1	Gerobak	137.13	0.8	171.42
2	Becak motor	453.6	2.6	174.46
3	Pick Up	1683.3	4.3	391.47

#### 4.2.2 Analisis Komposisi Sampah

Selain menghitung volume sampah selama 8 hari, juga dilakukan analisis komposisi untuk mengetahui persentase komponen sampah yang diolah setiap harinya di TPST Mulyoagung Bersatu. Analisis komposisi dilakukan bersamaan dengan pengukuran volume sampah. Komposisi ini diambil secara acak dari jumlah kendaraan di TPST, yang diambil sebanyak 100 kg (Lihat Subbab 3.4). Tabel 4.8 menunjukkan rata-rata persentase komponen sampah yang dihitung selama 8 hari.

**Tabel 4. 8 Hasil Pengukuran Komposisi Sampah**

No	Komposisi	Rata-rata berat per hari (kg)	Rata-rata berat per hari (kg)	Persentase (%)
1	Sisa Makanan	16.33	70.08	68.24
2	Sampah Kebun	53.75		
3	Plastik HDPE (Kantong Plastik)	4.18	11.85	11.54
4	Plastik LDPE (Plastik Roti, makanan, dsbnya)	4.73		
5	Plastik PET (Botol Plastik, Botol Aqua, dsbnya)	1.02		
6	Plastik Campuran	1.93	7.68	7.48
7	Kertas Kantor	0.29		
8	Kertas Koran	1.13		
9	Kertas Buku	0.09		
10	Kertas Campuran	5.50		
11	Kertas Kardus	0.68	1.57	1.53
12	Diapers	7.27		
13	Kabel	0.07		
14	Kayu	0.62		
15	B3	0.41		
16	Kain/Tekstil	1.57		
17	Kaca	1.38		

No	Komposisi	Rata-rata berat per hari (kg)	Rata-rata berat per hari (kg)	Persentase (%)
18	Karet	0.26	0.26	0.25
19	Kaleng Alumunium	0.09	0.16	0.15
20	Kaleng Baja	0.07		
21	Logam	0.13	0.13	0.13
22	Kulit	0.05	0.05	0.05
23	Styrofoam	0.32	0.32	0.32
24	Lain-lain (Batu)	0.85	0.85	0.83
<b>TOTAL BERAT SAMPAH</b>		<b>102.70</b>	<b>102.70</b>	<b>100</b>

Perhitungan analisis komposisi sampah dapat dilihat pada Lampiran C. Berdasarkan hasil analisis komposisi, rata-rata persentase komposisi yang mendominasi adalah sampah basah. Sampah basah dengan persentase 70.08% dengan didominasi oleh sampah kebun dengan persentase 52.34 %. Sedangkan sisanya hanya adalah sampah sisa makanan dengan persentase 15.90%, Persentase komposisi sampah kering rata-rata mencapai 1% -12%.

Sampah kebun mendominasi dikarenakan rata-rata warga di sekitar Kecamatan Dau melakukan cocok tanam, sehingga sampah kebun sangat mendominasi. Hal ini sangat berbeda dengan komposisi sampah di kota yang rata-rata mendominasi adalah sampah makanan. Hal ini dikarenakan bahwa rata-rata orang yang di kecamatan Dau merupakan masyarakat pedesaan, sehingga pola konsumsi sangat terbatas dan tidak berlebihan.

Sampah kering dengan persentase terbanyak adalah sampah plastik dengan persentase hampir mencapai 11.85%, sampah kertas dengan persentase 7.68%, dan sampah *diapers* yang mencapai 7.27%. Sampah plastik yang diperoleh dari hasil sampling adalah jenis plastik LDPE, HDPE, dan PET. Sampah yang persentase terkecil adalah sampah kulit dengan persentase 0.05% dan sampah jenis kabel dengan persentase 0.07%.

Analisis Komposisi juga mengetahui bahwa sampah yang masuk bukan hanya sampah rumah tangga, tetapi ada sampah

jenis lain yang masuk seperti sampah kebun dari hasil pertanian, karena di Kecamatan Dau sebagian besar wilayahnya adalah wilayah pertanian. Hal ini dibuktikan dengan adanya komposisi sampah kebun dengan persentase 53.75 %, sehingga sisa dari sampah jenis ini merupakan komposisi dari sampah rumah tangga, dengan persentase 46.25%.

#### 4.2.3 Analisis *Mass Balance* dan Potensi Daur Ulang Sampah

Analisis *Mass Balance* digunakan untuk mengetahui besarnya sampah yang telah tereduksi di TPST Mulyoagung Bersatu. Analisis ini mengacu pada hasil analisis komposisi sampah seperti pada Tabel 4.8. Berdasarkan data hasil analisis komposisi bahwa persentase sampah basah yang mendominasi adalah sekitar 68.24% dan sampah kering yaitu 29.89%. Hasil *recovery factor* ditentukan dari kriteria sampah yang memiliki nilai jual yang telah diketahui oleh pemulung pegawai TPST Mulyoagung Bersatu.

Berdasarkan kriteria yang diberikan oleh pekerja pemilah di TPST Mulyoagung Bersatu bahwa sampah yang diolah di TPST ini sangat beragam. Dari 24 komposisi yang diperoleh 18 jenis sampah yang memiliki nilai RF (*recovery factor*), sedangkan sisanya tidak memiliki nilai RF. Sampah yang memiliki RF anatara lain sampah makanan, sampah kebun (terkecuali kulit durian), semua jenis plastik, semua jenis kertas, kabel, kaca, karet, logam, dan kulit. Sedangkan sisanya antara lain sampah kebun (kulit durian), *diapers*, kayu, B3, kain, *styrofoam*, dan lain-lain diangkut sebagai residu di TPA. Perhitungan RF menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{RF (\%)} = \frac{\text{Berat sampah yang termanfaatkan}}{\text{Berat sampah awal}} \times 100\% \dots\dots\dots(4.1)$$

Persamaan tersebut digunakan untuk menghitung persentase sampah yang termanfaatkan di TPST Mulyoagung Bersatu. Salah satu contoh, misalnya telah diketahui berat limbah nasi yang

terolah atau terjual adalah 16.33 kg dari berat limbah nasi yaitu 16.33 kg , maka nilai RF dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\text{RF Limbah Nasi (\%)} = \frac{16.33 \text{ kg}}{16.33 \text{ kg}} \times 100\%$$

$$\text{RF Limbah Nasi (\%)} = 100\%$$

Limbah nasi sesuai perhitungan diatas memiliki nilai RF 100%. Nilai RF 100% menunjukkan bahwa sampah limbah nasi terolah semua di TPST Mulyoagung Bersatu, karena tidak meninggalkan residu sampah di TPST. Hal ini menunjukkan bahwa limbah nasi di TPST Mulyoagung terolah semuanya. Berdasarkan keadaan di lapangan, bahwa limbah nasi di TPST dijual semua ke rekanan sebagai pakan ternak babi di Kecamatan Dau. Hasil perhitungan RF dapat dilihat pada Tabel **4.9** berikut:

**Tabel 4. 9 Hasil Analisis *Recovery Factor* TPST Mulyoagung Bersatu**

No	Komposisi	Rata-rata berat per hari (kg)	Rata-rata termanfaatkan (kg)	RF (%)
1	Sisa Makanan	16.33	16.33	100%
2	Sampah Kebun	53.75	53.12	99%
3	Plastik HDPE (Kantong Plastik)	4.18	4.18	100%
4	Plastik LDPE (Plastik Roti, makanan, dsbnya)	4.73	4.73	100%
5	Plastik PET (Botol Plastik, Botol Aqua, dsbnya)	1.02	1.02	100%
6	Plastik Campuran	1.93	1.93	100%
7	Kertas Kantor	0.29	0.29	100%
8	Kertas Koran	1.13	1.13	100%
9	Kertas Buku	0.09	0.09	100%
10	Kertas Campuran	5.50	5.50	100%
11	Kertas Kardus	0.68	0.68	100%
12	Diapers	7.27	0.00	0%
13	Kabel	0.07	0.07	100%
14	Kayu	0.62	0.00	0%
15	B3	0.41	0.00	0%

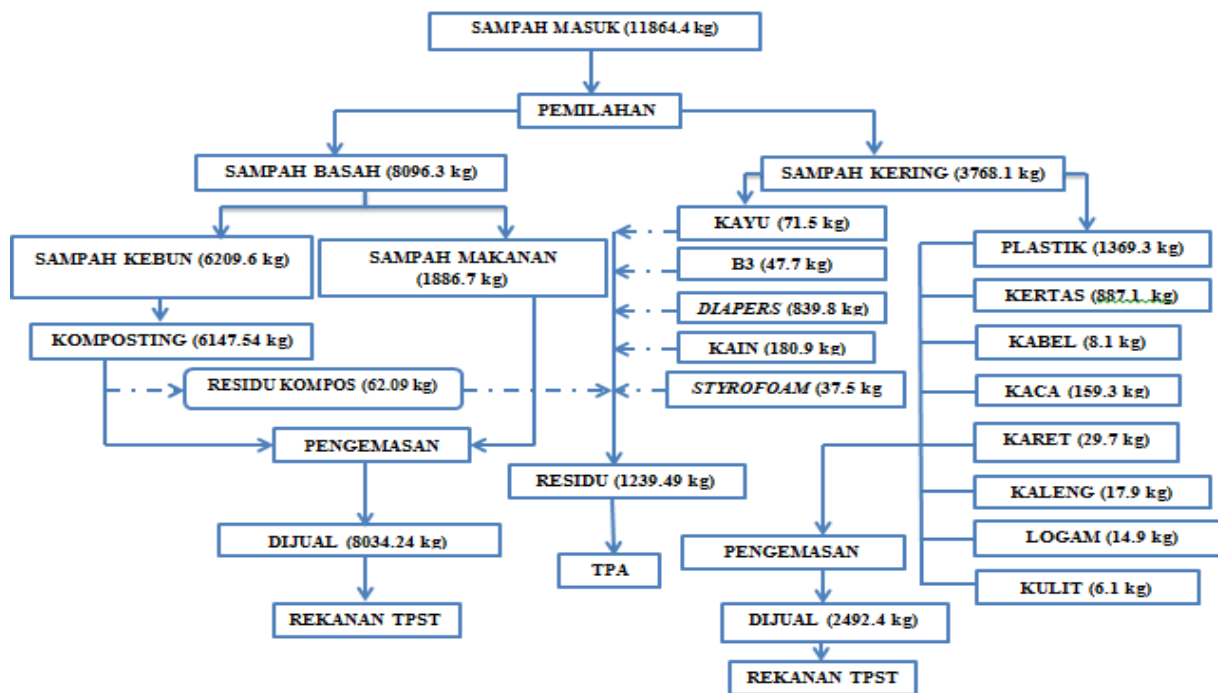
No	Komposisi	Rata-rata berat per hari (kg)	Rata-rata termanfaatkan (kg)	RF (%)
16	Kain/Tekstil	1.57	0.00	0%
17	Kaca	1.38	1.38	100%
18	Karet	0.26	0.26	100%
19	Kaleng Alumunium	0.09	0.09	100%
20	Kaleng Baja	0.07	0.07	100%
21	Logam	0.13	0.13	100%
22	Kulit	0.05	0.05	100%
23	Styrofoam	0.32	0.00	0%
24	Lain-lain (Batu)	0.85	0.00	0%
<b>TOTAL BERAT SAMPAH TERMANFAATKAN</b>		<b>102.70</b>		<b>0%</b>



Tabel 4.9 menunjukkan bahwa nilai *recovery factor* (RF) sampah di TPST ini mencapai persentase 100% untuk semua sampah yang diolah. Sedangkan yang tidak mencapai 100% adalah sampah kebun yaitu dengan persentase 99%. Hal ini dikarenakan ada beberapa jenis sampah yang tidak memiliki nilai RF seperti kulit durian. Menurut pegawai TPST Mulyoagung Bersatu, kulit durian tidak dapat diolah sehingga langsung dibuang ke TPA seperti pada sampah yang tidak memiliki persentase RF. Nilai RF 0% menandakan bahwa sampah tersebut tidak dapat diolah sehingga langsung dibuang ke TPA.

Hasil sampling selama 8 hari, sampah kebun berupa sampah durian ditemukan pada sampling hari ke- 6, 7, dan 8 dengan berat yang berbeda. Untuk sampah kulit durian pada sampling hari keenam mencapai 2.205 kg, hari ketujuh adalah 2.17 kg, dan hari kedelapan adalah 0.675 kg. Saat melakukan sampling juga bersamaan dengan musim buah durian di daerah sekitar Kota Malang dan Kabupaten Malang, sehingga kulit durian pun menjadi sampah yang masuk ke TPST. Akan tetapi kulit durian sangat sukar dilakukan proses pengolahan seperti kompos karena ukurannya yang besar dan kasar, dan sulit untuk degradasi karena mengandung banyak lignin.

Setelah mengetahui jumlah sampah yang diolah dan berapa persen RF yang dimiliki oleh sampah yang diolah, maka selanjutnya dapat menggambar diagram *mass balance*. Diagram *mass balance* ini menggambarkan jumlah sampah yang diolah ataupun dijual, serta yang akan dibuang ke TPA. Gambar diagram *mass balance* dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Diagram *Mass Balance* Sampah di TPST Mulyoagung Bersatu

Gambar 4.7 menggambarkan adanya residu di TPST dengan jumlah 1234.49 kg. Jumlah ini belum ditambahkan dengan komposisi sampah lain-lain yang berdasarkan komposisi mencapai 103.27 kg. Sehingga residu yang dihasilkan adalah:

Residu (tanpa komposisi lainnya)	= 1234.49 kg
Komposisi sampah lainnya	= 103.27 kg
Total Residu	= 1337.76 kg

Pada gambar 4.7 telah diketahui bahwa sampah yang masuk rata-rata per hari adalah 11864.4 kg (11.86 ton). Dari berat yang masuk per harinya, yang dapat dijadikan kompos sebesar 6147.54 kg/hari. Sisa makanan yang dijual adalah sekitar 1886.7 kg, dan lapak sampah kering yang dihasilkan per harinya adalah 2492.4 kg/hari. Sampah yang menjadi residu sebesar 1337.76 kg/hari yang diangkut ke TPA. Sehingga total sampah yang dimanfaatkan dari berat awal 11864.4 kg adalah sebagai berikut:

Berat Sampah masuk	= 11864.4 kg
Sampah kering yang dijual	= 2492.4 kg
Limbah nasi yang dijual	= 1886.7 kg
Sampah yang dikompos	= 6147.54 kg
Sampah yang dimanfaatkan	= dijual + dikompos
	= 10526.64 kg/hari
Residu sisa	= 1337.76 kg/hari
Reduksi sampah di TPST	= $\frac{\text{Termanfaatkan}}{\text{berat awal}} \times 100\%$
	= $\frac{10526.64}{11864.4} \times 100\%$
	= 88.72 %

Berdasarkan perhitungan persen reduksi diatas, diketahui bahwa saat ini kehadiran TPST dapat mereduksi sampah di Kecamatan Dau sebesar 88.72 % per hari. Selain itu, dapat mengetahui besarnya persentase sampah yang dijual, dikompos, dan dibuang ke TPA dari berat rata-rata 11864.4 kg. sehingga perhitungannya adalah sebagai berikut:

Rata-rata berat sampah per hari	= 11864.4 kg
Rata-rata sampah yang dikompos	= 6147.54 kg
Persentase sampah yang dikompos	= $\frac{6147.54 \text{ kg}}{11864.4 \text{ kg}} \times 100\%$

$$= 51.81\%$$

Dari perhitungan diatas maka persentase sampah yang dapat dikomposkan per hari mencapai 51.81% dari total sampah yang masuk.

Persentase diatas merupakan persentase sampah yang dapat dikomposkan. Selanjutnya menghitung persentase sampah yang dijual, sampah yang dijual antara lain dapat dilihat pada Gambar 4.7 dimana adalah limbah nasi dan limbah sampah kering yang memiliki nilai jual. Limbah nasi yang terjual rata-rata per hari adalah 1886.7 kg dan sampah kering yang terjual adalah 2492.4 kg. Sehingga total sampah yang terjual adalah 4379.1 kg. Persentase sampah yang dijual dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata berat sampah per hari} &= 11864.4 \text{ kg} \\ \text{Rata-rata sampah yang dijual} &= 4379.1 \text{ kg} \\ \text{Persentase sampah yang dijual} &= \frac{4379.1 \text{ kg}}{11864.4 \text{ kg}} \times 100\% \\ &= 36.91\% \end{aligned}$$

Sehingga jika dijumlahkan antara sampah yang dikompos dan dijual maka hasilnya menjadi 88.72%.

Dengan demikian dapat diketahui besarnya residu yang dibuang adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata berat sampah per hari} &= 11864.4 \text{ kg} \\ \text{Sampah sebagai residu} &= 1337.76 \text{ kg} \\ \text{Persentase residu sampah} &= \frac{1337.76 \text{ kg}}{11864.4 \text{ kg}} \times 100\% \\ &= 11.28\% \end{aligned}$$

Untuk mengetahui apakah jumlah kesetimbangan bahan sama, yang perlu diketahui bahwa penjumlahan persentase dijual atau diolah dan residu harus sama dan 100%, sehingga pengecekannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Persentase sampah yang dikompos} &= 51.81\% \\ \text{Persentase sampah yang dijual} &= 36.91\% \\ \text{Persentase sampah residu} &= 11.28\% \\ \text{Total Persentase} &= (51.81+36.91+11.28) \\ &= 100\% \end{aligned}$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa aliran kesetimbangan bahan sesuai.

#### **4.3 Tahap Pengolahan Sampah di TPST Mulyoagung Bersatu**

Tahap pengolahan sampah di TPST Mulyoagung Bersatu sangat beragam. Seperti yang telah diuraikan pada sebagian Subbab 2.5 dan Subbab 4.1, bahwa sampah yang masuk akan diolah setiap harinya di TPST Mulyoagung Bersatu. Tahap pengolahannya sangat beragam dan berbeda tiap komposisi. Untuk sampah basah sendiri biasanya diolah dengan menjadikannya kompos atau dijual ke peternak sekitar. Sampah yang masuk setiap hari ke TPST Mulyoagung Bersatu akan dipilah terlebih dahulu oleh para tenaga zona pemilahan. Setelah sampah yang diambil oleh kendaraan pengumpul masuk dan meletakkan sampah dari kendaraan ke zona tersebut, sampah langsung dipilah. Waktu pemilahan ini dilakukan mulai pukul 07.00 WIB hingga pukul 17.00. pemilahan dilakukan dengan memilah sampah basah dan kering, yang selanjutnya masing-masing sampah tersebut akan dipilah.

##### **4.3.1 Sampah Basah**

Sampah basah yang diolah di TPST adalah sampah sisa makanan dan sisa kebun. Sampah sisa makanan, setelah diletakkan pada zona penerimaan dan melalui proses pemilahan, sampah sisa makanan berupa limbah nasi, bekas makanan, dan lain sebagainya langsung dikemas dalam plastik jenis *kresek* ukuran 10 liter. Kemudian hasil olahan tersebut langsung dijual ke para rekanan di sekitar TPST Mulyoagung Bersatu.

Sampah sisa kebun seperti daun-daunan setelah melalui proses pemilahan, kemudian diletakkan di zona pengomposan dan sebagian sisa kebun tersebut juga diberikan untuk ternak kambing yang berada di dalam wilayah TPST. Proses pengomposan di TPST Mulyoagung Bersatu menggunakan sistem *windrow*.

Sampah yang diletakkan di zona pengomposan akan diberikan *starter* untuk mempercepat proses pengomposan setiap

harinya. Sebagian *starter* biasanya dibeli dari PT Petrokimia dan sebagiannya berasal dari kotoran kambing yang digembalakan di sekitar area TPST Mulyoagung Bersatu. Sampah yang diletakkan di zona kompos akan dibolak balik setiap harinya untuk mempercepat degradasi menjadi kompos, proses ini memakan waktu antara 15 hingga 25 hari.

Setelah sampah sisa kebun tersebut sudah menjadi kompos setengah matang, selanjutnya akan dicacah dengan mesin pencacah kompos. Setelah dicacah, kompos yang ukurannya kecil tersebut dijemur kembali selama 10 hari hingga kompos berubah warna menjadi agak kehitam-hitaman. Perubahan warna ini menunjukkan bahwa telah terjadi degradasi sampah oleh mikroorganisme. Setelah terjadi perubahan warna kompos yang hampir matang akan digiling kembali agar partikelnya makin halus saat akan diayak. Kemudian hasil gilingan tersebut akan dijemur kembali selama 5 hingga 10 hari, dan setelah dijemur akan diayak dengan mesin pengayak kompos. Setelah diayak, maka kompos sudah menjadi kompos matang dan dikemas dalam karung beras dengan ukuran 10 kg, 15 kg, dan 25 kg.



**Gambar 4. 8 Hasil Olahan Sampah Menjadi Kompos**

#### **4.3.2 Sampah Kering**

Sampah kering yang diolah adalah semua jenis sampah dari sampah plastik hingga sampah kulit. Namun ada beberapa jenis komponen sampah yang tidak memiliki proses pengolahan

yaitu jenis diapers, kayu, B3, kain/tekstil, dan styrofoam. Sampah yang tidak mengalami proses pengolahan dan penjualan ini setelah dari zona pemilahan, maka langsung dipinggirkan dan dimasukkan ke *dump truck* yang menuju TPA. Rata-rata volume residu yang dibuang tanpa proses pengolahan ini adalah  $12.96 \text{ m}^3$ .

Sampah kering hanya dijual ke rekanan, terkecuali sampah jenis PET (kemasan air mineral gelas, dsbnya). Sampah jenis PET ini sebelum dijual ke rekanan, dibersihkan dan dicacah kecil terlebih dahulu dengan menggunakan mesin pencacah plastik. Setelah menjadi butiran plastik kemudian dijemur selama 2 hari agar kering. Ketika menjadi serpihan plastik ini harga jualnya sangat tinggi dibandingkan dengan tidak dilakukan pencacahan.



**Gambar 4. 9 Alat Pencacah Plastik TPST Mulyoagung Bersatu**



**Gambar 4. 10 Serpihan Plastik PET Yang Telah Dicacah**

Gambar 4.9 dan 4.10 menunjukkan bahwa sampah plastik jenis PET yang telah dicacah dengan mesin pencacah. Setelah dilakukan pencacahan, maka akan dikemas seperti pada Gambar 4.11 berikut ini.



**Gambar 4. 11 Hasil Pengemasan Serpihan Sampah Plastik Jenis PET**

Hasil pengemasan sampah plastik jenis ini bernilai jual sangat tinggi di rekanan. Pada Gambar 4.11, sampah ini dikemas  $\pm$  90-100 kg/karung. Sisa sampah jenis lain sebelum dijual ke rekanan hanya dibersihkan sebagian dan kemudian dikemas sebelum akhirnya dijual ke rekanan.

Selama proses sampling dalam 8 hari, proses jual beli hasil output hanya dilakukan dalam 2 hingga 3 minggu sekali dalam 1 bulan. Dan saat sampling hari ketujuh terjadi proses jual beli tersebut. Sebelum dijual ke rekanan TPST Mulyoagung Bersatu, terlebih dahulu diukur masing-masing sampah yang akan dijual dengan menggunakan timbangan. Pengangkutan hasil olahan sampah ini menggunakan kendaraan *Truck* dan *Pick Up*. Adapun volume dan berat jenis olahan sampah yang dijual yaitu:



**Tabel 4. 10 Hasil Pengukuran Volume dan Berat Jenis Hasil Olahan Sampah (1)**

<b>Jenis Kendaraan</b>			<b>:</b>					
			<b>Truk</b>					
<b>No</b>	<b>Jenis Sampah</b>	<b>Berat (kg)</b>	<b>Total Berat (kg)</b>	<b>P (m)</b>	<b>l (m)</b>	<b>t (m)</b>	<b>Volume Truk (m3)</b>	<b>Berat Jenis (kg/m3)</b>
<b>1</b>	Besi Tipe A	38						
<b>2</b>	Besi Tipe B	46						
<b>3</b>	Kertas	2183						
<b>4</b>	Kardus	158						
<b>5</b>	Bahan Mantel	115						
<b>6</b>	Karung	102						
<b>7</b>	Kaleng	203	3972	4.16	1.89	3.19	25.08	158.4
<b>8</b>	Alumunium Tipe C	17						
<b>9</b>	Alumunium Tipe A	24						
<b>10</b>	Tutup Botol	17						
<b>11</b>	Mainan	286						
<b>12</b>	Paralon	11						
<b>13</b>	Piringan Disc	27						

Jenis Kendaraan :			Truk					
No	Jenis Sampah	Berat (kg)	Total Berat (kg)	P (m)	l (m)	t (m)	Volume Truk (m3)	Berat Jenis (kg/m3)
14	Gelas Kaca	29						
15	Putihan (Bekas Kemasan Lotion)	282						
16	Bak Mandi Plastik	177						
17	Botol Plastik	189						
18	Botol Plastik Aqua	68						

**Tabel 4. 11 Hasil Pengukuran Volume dan Berat Jenis Hasil Olahan Sampah (2)**

Jenis Kendaraan :			Pick Up					
No	Jenis Sampah	Berat (kg)	Total Berat (kg)	P (m)	l (m)	t (m)	Volume Truk (m3)	Berat Jenis (kg/m3)
1	Botol Plastik Aqua	316	316	2.56	1.53	2.6	10.18	31.03

**Tabel 4. 12 Hasil Pengukuran Volume dan Berat Jenis Hasil Olahan Sampah (3)**

Jenis Kendaraan		Truk						
No	Jenis Sampah	Berat (kg)	Total Berat (kg)	P (m)	l (m)	t (m)	Volume Truk (m3)	Berat Jenis (kg/m3)
1	HDPE	2901	3962	3.41	1.9	2.74	17.75	223.18
2	PET	1061						

Tabel 4.10 hingga 4.12 menunjukkan hasil pengukuran volume dan berat jenis sampah yang dijual ke pihak ketiga. Dibuat 3 tabel karena kendaraan yang mengangkut berbeda beda, sehingga perhitungan dibuat per kendaraan. Perhitungan berat jenis disesuaikan dengan persamaan 2.1. Berat jenis pada kendaraan pertama adalah  $158.4 \text{ kg/m}^3$  dengan berat hasil output yang diangkut sebesar 3.972 ton. Hasil olahan yang diangkut pada truk pertama ini sebanyak 18 hasil pilahan, dengan harga yang bervariasi.

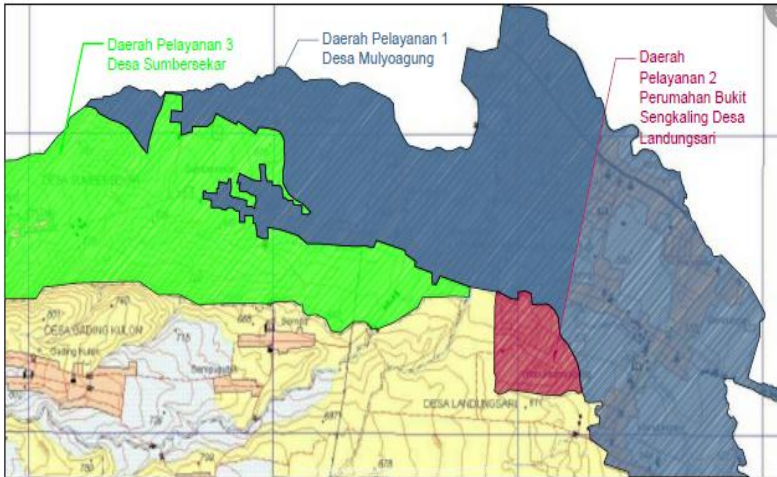
Kemudian untuk kendaraan *pick up* dengan berat jenis sebesar  $31.03 \text{ kg/m}^3$ . Sampah yang dimasukkan ke *pick up* ini masih 1 pemilik sama truk pengangkut pertama, sehingga ketika diangkut volume yang berada di *pick up* tidak penuh, sehingga berat jenisnya kecil. Sampah yang diangkut dengan *pick up* ini sebanyak 316 kg dengan hasil olahan yang dijual adalah sampah plastik gelas aqua.

Kendaraan terakhir yang digunakan untuk transaksi jual beli adalah truk dengan pemilik yang berbeda. Rekanan ini hanya mengambil sampah jenis HDPE dan PET untuk diolah di tempat rekanan tersebut. Sampah yang dibeli oleh rekanan dengan berat mencapai 4 ton dengan berat jenis sebesar  $223.18 \text{ kg/m}^3$ . Berat 4 ton merupakan massa hasil pemilahan sampah yang ditimbun selama 7-14 hari. Dan berdasarkan petugas pengambil hasil olahan oleh rekanan, bahwa pilahan sampah yang dibeli dari TPST akan diambil dari TPST antara kurun waktu 7 hingga 14 hari ditimbun di TPST setelah dilakukan pemilahan.

#### 4.4 Proyeksi Penduduk

TPST Mulyoagung Bersatu saat ini telah melayani sekitar 3 desa di Kecamatan Dau. Desa tersebut antara lain adalah Desa Mulyoagung Bersatu, Desa Sumbersekar, dan Desa Landungsari (hanya perumahan bukit sengkaling). Gambar 4.12 menunjukkan peta pelayanan eksisting TPST Mulyoagung di Kecamatan Dau Kabupaten Malang. Untuk melihat peta yang lebih lengkap dapat

dilihat pada lampiran peta (**Lampiran A**) nomor 2 dan nomor 3. Lampiran nomor 2 menunjukkan peta wilayah pelayanan eksisting dan nomor 3 menunjukkan peta Kecamatan Dau.



**Gambar 4. 12 Peta Wilayah Pelayanan Eksisting Tahun 2014**

Berdasarkan data Dau Dalam Angka (2013), bahwa penduduk di Kecamatan Dau setiap tahun mengalami peningkatan. Menurut Dau Dalam Angka (2013), pada tahun 2011 penduduk Kecamatan Dau adalah 58,201 jiwa. Pada tahun 2012 meningkat menjadi 58,717 jiwa. Berdasarkan jumlah penduduknya, jumlah penduduk di Kecamatan Dau merupakan jumlah penduduk untuk Kota kecil dengan rata-rata jumlah penduduk mencapai 3,000 hingga 500,000 jiwa (SNI 19-3964-1995).

TPST Mulyoagung Bersatu telah beroperasi sejak tahun 2011. Awal beroperasi hanya melayani Desa Mulyoagung dan sebagian Desa Landungsari. Desa Landungsari yang dilayani hanya perumahan Bukit Sengkaling (Oma Campus), karena berdekatan dengan lokasi TPST. Namun setelah mengalami peningkatan pelayanan, per tahun 2014 pelayanan ditambah dengan melayani Desa Sumbersekar. Adapun jumlah penduduk

dari masing-masing desa yang telah dilayani dapat dilihat pada Tabel 4.13.

**Tabel 4. 13 Jumlah Penduduk Pelayanan TPST**

No	Desa	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	Mulyoagung	11651	11460	11708	16537	11846	11806
2	Sumbersekar	5556	6133	6365	7648	6502	6571
3	Landungsari	8167	8062	8546	10771	9013	9131
<b>Jumlah Penduduk</b>		25374	25655	26619	34956	27361	27508

(Sumber: Dau Dalam Angka, 2013; dan Himpunan Data TPST Mulyoagung Bersatu, 2014)

Setelah mengetahui jumlah penduduk dari masing-masing daerah yang terlayani di TPST, selanjutnya adalah menghitung proyeksi penduduk. Proyeksi penduduk menggunakan metode geometrik pada nilai  $r$  mendekati 1. Sehingga dapat dilihat pada Tabel 4.14.

**Tabel 4. 14 Hasil Perhitung Proyeksi Penduduk Terlayani TPST Mulyoagung Bersatu**

Tahun	Mulyoagung	Sumbersekar	Landungsari	Total
2008	11651	5556	8167	25374
2009	11460	6133	8062	25655
2010	11708	6365	8546	26619
2011	16537	7648	10771	34956
2012	11846	6502	9013	27361
2013	<b>11806</b>	<b>6571</b>	<b>9131</b>	<b>27508</b>
2014	11604	6716	9235	<b>27554</b>
2015	11405	6864	9339	27608
2016	11209	7016	9445	27671
2017	11017	7171	9552	27740
2018	10828	7330	9661	27818
2019	10643	7491	9770	27904
2020	10460	7657	9881	27998
2021	10281	7826	9993	28100
2022	10104	7999	10107	28210
2023	9931	8176	10221	28328

Berdasarkan Tabel **4.14**, bahwa jumlah penduduk yang akan dilayani pada tahun 2014 mencapai 27554 Jiwa. Dimana jumlah ini belum berbeda jauh dengan tahun sebelumnya. Sehingga kemungkinan masih bisa menampung sampah yang masuk ke TPST Mulyoagung Bersatu.

Berdasarkan Himpunan Data TPST Mulyoagung Bersatu (2014), pada saat ini TPST telah melayani sekitar 2301 KK dengan rata-rata jumlah penduduk per KK adalah 4 orang/KK. Sehingga total jumlah penduduk saat ini adalah sebagai berikut:

Jumlah KK Terlayani	= 2301 KK
Jumlah Penduduk/KK	= 4 Jiwa/KK
Total Penduduk/KK	= 2301 KK x 4 Jiwa
	= 9204 Jiwa/ KK/ 3 Desa
Jumlah Penduduk 2014	= 27554 Jiwa
Penduduk Terlayani 2014	= 9204 Jiwa
Persentasi dilayani	= $\frac{9204}{27554} \times 100\%$
	= 33.4 %

Dengan kata lain dari 27554 jiwa penduduk dari Desa Mulyoagung, Landungsari, dan Sumbersekar sekitar 6200 Jiwa yang dilayani sampahnya atau 22.5% dari jumlah penduduk yang ada dengan timbulan 55 m<sup>3</sup>/hari dan 11.86 ton/hari. Jumlah tingkat pelayanan sebesar 22.5%, maka kajian ini akan merencanakan target pelayanan sesuai dengan persentase pelayanan MDG's menurut Kementrian PU yaitu sebesar 55%. Sehingga apabila diproyeksikan selama 10 tahun, maka besarnya kenaikan pelayanan per tahun adalah sebagai berikut:

Target Pelayanan Tahun 2023	= 55%
Pelayanan 2014	= 33.4 %
Sisa Pelayanan	= 55%-33.4%
	= 21.6%
Pelayanan Per Tahun	= $\frac{21.6\%}{10 \text{ Tahun}}$
Target Pelayanan Per Tahun	= 2.16 % per Tahun

Target pelayanan 2.16% per tahun ini dioptimalkan untuk mengelola sampah di Desa Mulyoagung, Desa Sumbersekar, dan di Desa Landungsari. Hal ini dikarenakan pelayanan di 3 desa tersebut saat ini masih kurang 21.6% dari target MDG's. Sehingga untuk tahun 2023 diupayakan sudah bisa melayani sebesar 55% dari jumlah penduduk tahun 2023.

Pada Tabel **4.15** bahwa penduduk total dari 3 desa tersebut adalah 28,328 Jiwa, maka 55% pelayanan yang akan dilayani dari penduduk tersebut adalah sebagai berikut:

Jumlah Penduduk 2023 = 28,328 Jiwa  
 Persen pelayanan = 55%  
 Penduduk terlayani 2023 = 28,328 Jiwa x 55%  
 = 15,580 Jiwa

Kemudian agar sesuai 55% pelayanan MDG's, maka pelayanan 2023 harus 55% dari jumlah penduduk. Sehingga diasumsikan peningkatan penduduk yang mendekati angka 15,580 Jiwa adalah 6% per tahun dari penduduk terlayani 2014. Sehingga perhitungan jumlahnya adalah sebagai berikut:

**Tabel 4. 15 Perhitungan Penduduk Terlayani**

<b>Tahun</b>	<b>Penduduk</b>	<b>Penduduk dilayani</b>
<b>2008</b>	25374	TPST Belum Ada
<b>2009</b>	25655	TPST Belum Ada
<b>2010</b>	26619	TPST Belum Ada
<b>2011</b>	34956	Data Tidak Tersedia
<b>2012</b>	27361	Data Tidak Tersedia
<b>2013</b>	27508	Data Tidak Tersedia
<b>2014</b>	27554	9204
<b>2015</b>	27608	9756
<b>2016</b>	27671	10342
<b>2017</b>	27740	10962
<b>2018</b>	27818	11620
<b>2019</b>	27904	12317
<b>2020</b>	27998	13056
<b>2021</b>	28100	13839
<b>2022</b>	28210	14670
<b>2023</b>	28328	15550



Berdasarkan perhitungan, bahwa persen kenaikan 6% dari penduduk terlayani 2014 mengakibatkan jumlah penduduk terlayani 2023 adalah 15550 Jiwa atau mendekati 55% dari jumlah penduduk tahun 2023. Sehingga jumlah ini yang akan dijadikan acuan perhitungan timbulan setelah tahun 2014.

#### 4.4.1 Proyeksi Laju Timbulan Sampah

Pada saat sampling telah diketahui bahwa sampah yang masuk per hari adalah dengan volume  $55 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Volume sampah ini merupakan volume sampah total yang masuk per hari baik dari sampah rumah tangga, sejenis rumah tangga, dan sampah pertanian (sampah kebun). Karena perhitungan lahan disesuaikan dengan sampah rumah tangga dan sejenis rumah tangga yang masuk per harinya, sehingga sampah jenis ini saja yang dijadikan acuan perhitungan proyeksi timbulan dan kebutuhan lahan. Sampah rumah tangga dan sejenis rumah tangga yang masuk rata-rata mencapai 46.25% per hari. Dengan acuan sampah rumah tangga saja, sehingga perhitungannya adalah sebagai berikut:

Volume sampah 2014	= $55 \text{ m}^3/\text{hari}$
Komposisi Sampah Kebun	= 53.75% (Tabel 4.8)
Sisa Komposisi lainnya	= 46.25% (Tabel 4.8)
Jumlah Penduduk 2014	= 27614 Jiwa
Penduduk Terlayani 2014	= 9204 Jiwa
Volume Sampah Rumah Tangga	= $55 \times 46.25\%$ = $25.44 \text{ m}^3/\text{hari}$
Laju Timbulan rata-rata/ orang	= $\frac{\text{Volume Sampah RT}}{\text{Penduduk Terlayani}}$ = $\frac{25.44 \text{ m}^3/\text{hari}}{9204 \text{ Jiwa}}$ = $2.8 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{hari}$ = 2.8 L/orang/hari

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa laju timbulan sampah per orang adalah 2.8 L/orang/hari. Nilai laju ini

akan dijadikan acuan perhitungan timbulan pada tahun proyeksi. Berdasarkan Tabel **4.15** bahwa Penduduk di 3 Desa Pelayanan pada Tahun 2023 mencapai 15550 Jiwa. Sehingga proyeksi laju timbulan pada penduduk di Tahun 2023 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Penduduk Tahun 2023} &= 15550 \text{ Jiwa} \\ \text{Laju Timbulan Per Hari Tahun 2023} &= 2.8 \text{ L/orang/hari} \\ &= \text{Penduduk} \times \text{Laju} \\ &= 43540 \text{ L/hari} \\ &= 43.54 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

Tabel **4.16** akan menunjukkan data timbulan dari penduduk yang akan dilayani dari tahun 2014 hingga 2023.

**Tabel 4. 16 Perhitungan Timbulan Sampah Wilayah Terlayani ( $\text{m}^3/\text{org.hari}$ )**

Tahun	Penduduk dilayani (a)	Laju Timbulan (L/org.hari) (b)	Total Laju Timbulan (L/org.hari) (a x b)	Total Laju Timbulan ( $\text{m}^3/\text{org.hari}$ )
<b>2014</b>	9204	2.8	254441	25.4
<b>2015</b>	9756	2.8	27317	27.3
<b>2016</b>	10342	2.8	28957	29.0
<b>2017</b>	10962	2.8	30694	30.7
<b>2018</b>	11620	2.8	32536	32.5
<b>2019</b>	12317	2.8	34488	34.5
<b>2020</b>	13056	2.8	36557	36.6
<b>2021</b>	13839	2.8	38750	38.8
<b>2022</b>	14670	2.8	41075	41.1
<b>2023</b>	15550	2.8	43540	43.5

Selain menghitung laju timbulan dalam besaran volume, juga menghitung laju timbulan dalam satuan berat sesuai perhitungan diatas. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Berat sampah 2014} &= 11864.4 \text{ kg/hari} \\ &= 11.86 \text{ ton/hari}\end{aligned}$$

$$\text{Komposisi Sampah Kebun} = 53.75\% \text{ (Tabel 4.8)}$$

$$\text{Sisa Komposisi lainnya} = 46.25\% \text{ (Tabel 4.8)}$$

$$\text{Jumlah Penduduk 2014} = 27614 \text{ Jiwa}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penduduk Terlayani 2014} &= 9204 \text{ Jiwa} \\
 \text{Berat Sampah Rumah Tangga} &= 11864.4 \times 46.25\% \\
 &= 5487.2 \text{ kg/hari} \\
 &= 5.5 \text{ ton/hari} \\
 \text{Laju Timbunan rata-rata/ orang} &= \frac{\text{Massa Sampah RT}}{\text{Penduduk Terlayani}} \\
 &= \frac{5487.2 \text{ kg/hari}}{9204 \text{ Jiwa}} \\
 &= 0.59 \text{ kg/orang/hari} \\
 \text{Jumlah Penduduk Tahun 2023} &= 15,550 \text{ Jiwa} \\
 \text{Laju Timbunan Per Hari Tahun 2023} &= 0.59 \text{ kg/orang/hari} \\
 &= \text{Penduduk} \times \text{Laju} \\
 &= 15550 \text{ Jiwa} \times 0.59 \\
 &= 9174.5 \text{ kg/hari} \\
 &= 9.17 \text{ ton/hari} \\
 &= 9 \text{ ton/hari}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.17 menunjukkan timbunan sampah pelayanan sesuai besaran berat.

**Tabel 4. 17 Perhitungan Timbunan Sampah Wilayah Terlayani (kg/org.hari)**

Tahun	Penduduk dilayani (a)	Laju Timbunan (kg/org.hari) (b)	Total Laju Timbunan (kg/org.hari) (a x b)
2014	9204	0.59	5487.2
2015	9756	0.59	5756.2
2016	10342	0.59	6101.6
2017	10962	0.59	6467.6
2018	11620	0.59	6855.7
2019	12317	0.59	7267.0
2020	13056	0.59	7703.1
2021	13839	0.59	8165.3
2022	14670	0.59	8655.2
2023	15550	0.59	9174.5

Timbulan yang dihitung adalah timbulan untuk sampah rumah tangga saja dan belum termasuk sampah kebun yang memiliki persentase terbesar di TPST. Namun apabila dihitung dengan timbulan total hasil pengukuran di TPST, diketahui bahwa timbulan yang masuk adalah  $55 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Sehingga timbulan total yang dikeluarkan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume sampah 2014} &= 55 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Penduduk Terlayani 2014} &= 9204 \text{ Jiwa} \\
 \text{Laju Timbulan ke TPST} &= \frac{\text{Volume Sampah RT}}{\text{Penduduk Terlayani}} \\
 &= \frac{55 \text{ m}^3/\text{hari}}{9204 \text{ Jiwa}} \\
 &= 5.97 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{org}/\text{hari} \\
 &= 5.97 \text{ L}/\text{org}/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas bahwa sampah yang berasal dari sumber rata-rata adalah  $5.97 \text{ L}/\text{orang}/\text{hari}$ . Timbulan ini berasal dari yang rumah tangga dan non rumah tangga seperti pertanian dan lain sebagainya. Dan sampah pertanian yang rata-rata mendominasi karena aktivitas warga sebagai petani dan lokasi desa yang hampir dipenuhi oleh perkebunan warga. Selain itu, tidak ada reduksi di sumber, sehingga mengakibatkan timbulan yang dihasilkan sangat besar.

Tabel 4.18 akan menunjukkan laju timbulan total dari semua sumber sesuai pelayanan TPST yang dihitung dari tahun 2015 hingga 2023.

**Tabel 4. 18 Perhitungan Laju Timbulan ke TPST ( $\text{m}^3/\text{hari}$ )**

Tahun	Penduduk dilayani (a)	Laju Timbulan ke TPST (L/org.hari) (b)	Total Laju Timbulan ke TPST (L/hari) (a x b)	Total Laju Timbulan ( $\text{m}^3/\text{hari}$ )
2015	9756	5.97	58245	58
2016	10342	5.97	61739	62
2017	10962	5.97	65444	65

Tahun	Penduduk dilayani (a)	Laju Timbunan ke TPST (L/org.hari) (b)	Total Laju Timbunan ke TPST (L/hari) (a x b)	Total Laju Timbunan (m <sup>3</sup> /hari)
2018	11620	5.97	69370	69
2019	12317	5.97	73533	74
2020	13056	5.97	77945	78
2021	13839	5.97	82621	83
2022	14670	5.97	87579	88
2023	15550	5.97	92833	93

Sama seperti perhitungan sebelumnya, bahwa akan ada peningkatan volume per tahun. Setelah tahun 2014, tahun 2015 akan ada peningkatan volume sebanyak 3 m<sup>3</sup>.

Selanjutnya menghitung laju timbunan total yang masuk ke TPST (kg/hari) seperti berikut:

$$\begin{aligned}
 &\text{Berat sampah 2014} &&= 11864.4 \text{ kg/hari} \\
 &\text{Penduduk Terlayani 2014} &&= 9204 \text{ Jiwa} \\
 &\text{Laju Timbunan ke TPST} &&= \frac{\text{Timbunan}}{\text{Penduduk Terlayani}} \\
 &&&= \frac{11864.4 \text{ kg/hari}}{9204 \text{ Jiwa}} \\
 &&&= 1.29 \text{ kg/org/hari}
 \end{aligned}$$

Sehingga dapat diketahui timbunan yang akan masuk ke TPST per tahun untuk semua sumber dapat dilihat pada Tabel 4.19.

**Tabel 4. 19 Perhitungan Laju Timbunan ke TPST (kghari)**

Tahun	Penduduk dilayani (a)	Laju Timbunan ke TPST (kg/org.hari) (b)	Total Laju Timbunan ke TPST (kg/org.hari) (a x b)	Total Laju Timbunan (ton/hari)
2015	9756	1.29	12585.5	12.59
2016	10342	1.29	13340.7	13.34
2017	10962	1.29	14141.1	14.14
2018	11620	1.29	14989.6	14.99

Tahun	Penduduk dilayani (a)	Laju Timbunan ke TPST (kg/org.hari) (b)	Total Laju Timbunan ke TPST (kg/org.hari) (a x b)	Total Laju Timbunan (ton/hari)
2019	12317	1.29	15889.0	15.89
2020	13056	1.29	16842.3	16.84
2021	13839	1.29	17852.8	17.85
2022	14670	1.29	18924.0	18.92
2023	15550	1.29	20059.5	20.06

#### 4.4.2 Proyeksi Kebutuhan Lahan Penerimaan

Pada tahun 2014, laju timbunan sampah yang masuk ke TPST sebesar 55 m<sup>3</sup>/hari. Pada tahap awal, sampah dikumpulkan di lahan penerimaan dan pemilahan. Lahan penerimaan dan pemilahan (Zona 1) dapat dilihat pada Gambar A1 Halaman 1 pada Lampiran A. Lahan ini juga digunakan untuk menampung residu sampah yang masuk, sebelum dibuang ke TPA. Luas lahan yang tersedia untuk penerimaan dan pemilahan adalah 360 m<sup>2</sup>. Ketinggian tumpukan sampah adalah 20 cm, sehingga kapasitas maksimal lahan penerimaan dan pemilahan dapat dilihat pada perhitungan berikut:

$$\begin{aligned}\text{Volume Lahan} &= 360 \text{ m}^2 \times 0.2 \text{ m} \\ &= 72 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, dengan kapasitas lahan sebesar 72 m<sup>3</sup>/hari, maka lahan penerimaan dan pemilahan masih dapat menambah sampah sebesar 17 m<sup>3</sup> dari volume sampah yang masuk pada saat ini.

Jika dilihat pada Tabel 4.18, lahan yang hampir mendekati 72 m<sup>3</sup> adalah antara tahun 2018 hingga 2019. Sehingga apabila lahan TPST dimaksimalkan menjadi 72 m<sup>3</sup>, maka lahan TPST hanya dapat dipakai hingga tahun 2018.

Setelah tahun 2019, apabila masih ingin tetap menambah pelayanan untuk target MDG's, maka TPST harus menambah

lahan untuk kapasitas tahun 2019. Karena lahan penerimaan merupakan lahan yang dapat digunakan sebagai acuan kapasitas tampung TPST per hari.

Dari perhitungan sebelumnya diketahui bahwa TPST dengan luas lahan eksisting, kapasitas maksimum lahan penerimaan di TPST dapat menampung sampah sebesar 72 m<sup>3</sup>/hari. Berdasarkan keterangan langsung dari pegawai TPST, bahwa saat ini TPST telah memiliki rencana penambahan lahan agar dapat menampung sampah.

Apabila lahan TPST ingin dimaksimalkan hingga tahun 2023, maka besarnya lahan yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume sampah 2023 ke TPST} &= 93 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Tinggi timbunan} &= 0.22 \text{ m} \\
 \text{Luas lahan} &= \frac{93 \text{ m}^3/\text{hari}}{0.22 \text{ m}} \\
 &= 423 \text{ m}^2 \\
 \text{Panjang} = \text{Lebar} &= (423 \text{ m}^2)^{0.5} \\
 &= 20.57 \text{ m} \times 20.57 \text{ m}
 \end{aligned}$$

#### 4.4.3 Proyeksi Kebutuhan Lahan Penimbunan

Lahan penimbunan di TPST dapat dilihat pada Gambar Zona 2 dan Zona 3 pada Lampiran A1 halaman 1 Lampiran A. pada saat ini luas lahan penimbunan di zona 2 adalah 250 m<sup>2</sup> dan luas lahan zona 3 adalah 432 m<sup>2</sup>.

Untuk zona 2 diketahui bahwa luas wilayah yang tersedia adalah 250 m<sup>2</sup>, yang saat ini digunakan untuk menimbun sampah dengan laju timbunan 55 m<sup>3</sup>/hari. Dari luas wilayah zona dan laju timbunan, maka dapat diketahui tinggi area penimbunan di zona ini adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Laju timbunan 2014} &= 55 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Luas lahan zona 2} &= 250 \text{ m}^2 \\
 \text{Tinggi area penimbunan zona 2} &= \frac{55 \text{ m}^3}{250 \text{ m}^2}
 \end{aligned}$$

$$= 0.22 \text{ m}$$

Dari perhitungan diatas, dapat diketahui bahwa rata-rata penimbunan sampah di zona 2 ini adalah 0.22 m.

Zona 2 merupakan zona peletakan sampah jenis plastik dan kertas di TPST Mulyoagung Bersatu. Berdasarkan perhitungan pada subbab 4.2.3, bahwa sampah jenis ini merupakan sampah yang berpotensi nilai jual di TPST dengan persentase 36.91%. persentase ini akan dianggap sama sampai akhir tahun proyeksi. Sehingga, apabila persentase ini dianggap sama per tahun, maka diperlukan adanya penambahan lahan. Hal ini dikarenakan volume yang masuk per tahun mengalami peningkatan. Jika ditinjau dari persentase ini, maka volume sampah yang masuk ke zona ini adalah sebagai berikut:

Laju timbulan sampah 2014	$= 55 \text{ m}^3$
Persentase sampah yang dijual	$= 36.91\%$
Laju timbulan yang terjual	$= 55 \text{ m}^3 \times 36.91\%$
	$= 20.3 \text{ m}^3/\text{hari}$

Dari perhitungan diatas, maka dapat diketahui bahwa besarnya volume sampah yang masuk di zona 2 rata-rata mencapai  $20.3 \text{ m}^3/\text{hari}$ .

Seperti yang telah diuraikan sebelumnya bahwa jam kerja di TPST adalah sekitar 10 jam untuk tenaga zona 1 hingga zona 4. Sehingga volume sampah yang masuk sangat banyak, dan tinggi timbunan sedikit. Apabila jam kerja diubah, maka dapat diketahui tinggi timbunan akan bertambah dan sampah yang masuk akan dibatasi. Jam kerja disesuaikan dengan jam kerja ideal, karena penggunaan jam kerja di TPST sudah melewati batas jam kerja ideal. Apabila jam kerja diganti menjadi 8 jam/hari, maka sampah yang akan diletakkan di zona ini dapat dihitung sebagai berikut:

Volume sampah zona 2	$= 20.3 \text{ m}^3/\text{hari}$
Jam kerja	$= 8 \text{ jam}$
Volume sampah per jam	$= \frac{20.3 \text{ m}^3/\text{hari}}{8 \text{ jam/hari}}$
	$= 2.5 \text{ m}^3/\text{jam}$



Sampah di zona ini, nantinya akan disimpan selama 7 hari, sehingga volume sampah di zona 2 dalam 7 hari adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume sampah di zona 2} &= 20.3 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Lama penyimpanan} &= 7 \text{ hari} \\
 \text{Volume penyimpanan} &= 20.3 \text{ m}^3/\text{hari} \times 7 \text{ hari} \\
 &= 142 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka dapat menghitung luas kebutuhan lahan yang dibutuhkan dengan tinggi timbunan 0.22 m dan adanya pengurangan jam kerja adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Luas lahan} &= \frac{\text{Timbunan sampah}}{\text{Tinggi timbunan}} \\
 &= \frac{142 \text{ m}^3}{0.22 \text{ m}} \\
 &= 645.9 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, lahan di zona 2 apabila timbunannya hanya 0.22 m dan disimpan selama 7 hari, maka luas lahan ini sudah melebihi kapasitas yang ada. Bahkan luas tersebut 3 kali lipat dari lahan yang tersedia. Sehingga cara yang tepat agar sampah masih dapat ditampung selama 7 hari di lahan ini adalah dengan menambah tinggi tumpukan sebesar 0.6 m hingga 1 m. sehingga apabila ketinggian sampah ditambah, maka luasnya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Luas lahan tinggi 0.6 m} &= \frac{\text{Timbunan sampah}}{\text{Tinggi timbunan}} \\
 &= \frac{142 \text{ m}^3}{0.6 \text{ m}} \\
 &= 237 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas lahan tinggi 1 m} &= \frac{\text{Timbunan sampah}}{\text{Tinggi timbunan}} \\
 &= \frac{142 \text{ m}^3}{1 \text{ m}} \\
 &= 142 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Sesuai dengan perhitungan diatas, maka agar tetap menampung sampah dengan lahan  $250 \text{ m}^2$ , maka tinggi timbunan harus

mencapai 0.6 m hingga 1 m agar lahan tersebut masih dapat digunakan apabila terdapat lonjakan sampah.

Setelah mengetahui luas wilayah area penimbunan dengan laju timbulan eksisting, maka selanjutnya menghitung kebutuhan lahan untuk peningkatan kapasitas TPST menjadi 72 m<sup>3</sup>/hari. Berdasarkan perhitungan pada subbab 4.4.2 bahwa untuk lahan penerimaan kapasitas TPST masih dapat dimaksimalkan menjadi 72 m<sup>3</sup>. Sehingga pada perhitungan ini akan mengetahui dengan meningkatkan kapasitas TPST menjadi 72 m<sup>3</sup>, apakah lahan pada zona 2 masih dapat menampung sampah apabila kapasitas TPST dimaksimalkan. Dengan kriteria perencanaan dan perhitungan yang sama seperti pada laju timbulan sampah sebesar 55 m<sup>3</sup>, sehingga perhitungan kapasitas lahan zona 2 untuk laju timbulan 72 m<sup>3</sup> adalah sebagai berikut:

Laju timbulan maksimum	= 72 m <sup>3</sup>
Persentase sampah yang dijual	= 36.91%
Laju timbulan yang terjual	= 72 m <sup>3</sup> x 36.91%
	= 26.58 m <sup>3</sup> /hari
Volume sampah zona 2	= 26.58 m <sup>3</sup> /hari
Jam kerja	= 8 jam
Volume sampah per jam	= $\frac{26.58 \text{ m}^3/\text{hari}}{8 \text{ jam/hari}}$
	= 3.3 m <sup>3</sup> /jam
Volume sampah di zona 2	= 26.58 m <sup>3</sup> /hari
Lama penyimpanan	= 7 hari
Volume penyimpanan	= 26.58 m <sup>3</sup> /hari x 7 hari
	= 186 m <sup>3</sup>

Dikarenakan tinggi timbunan 0.22 m dapat menyebabkan kelebihan lahan, untuk perencanaan luas lahan total zona 2 menggunakan tinggi timbunan sebesar 1 m. Hal ini dikarenakan sampah dengan tinggi timbunan 1 m, masih banyak menampung timbunan selama 7 hari sebelum dijual ke pengepul. Sehingga perhitungan lahan zona 2 dengan laju 72 m<sup>3</sup> adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Luas lahan} &= \frac{\text{Timbunan sampah}}{\text{Tinggi timbunan}} \\
 &= \frac{186 \text{ m}^3}{1 \text{ m}} \\
 &= 186 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, dapat diketahui bahwa sampah yang masuk di zona 2 dengan penambahan kapasitas masih dapat menampung sampah sebelum dijual ke rekanan. Namun apabila ingin mengurangi tinggi sampah dapat ditambah lahan sesuai daya tampung lahan yang disediakan.

Setelah mengetahui kebutuhan lahan pada zona 2, selanjutnya adalah menghitung kebutuhan lahan pada zona 3. Zona 3 di TPST Mulyoagung Bersatu merupakan zona penimbunan sampah untuk sampah jenis plastik PET, sampah limbah nasi, dan lainnya. Untuk sampah limbah nasi, kaca, kertas, dan plastik jenis lainnya hanya dijadikan tempat tumpukan dan penyimpanan saja, sedangkan untuk jenis PET selain terdapat kegiatan penyimpanan juga terdapat aktivitas pencacahan dengan menggunakan mesin pencacah. Mesin pencacah yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.9.

Luas lahan zona 3 saat ini mencapai 432 m<sup>2</sup>. Seperti yang telah diuraikan sebelumnya, bahwa lahan ini digunakan untuk menimbun sampah dan mencacah sampah plastik. Pada saat ini, berdasarkan gambar 4.9 bahwa jenis mesin pencacah yang digunakan adalah mesin pencacah dengan spesifikasi berikut:

P x l x t box	= 100 x 100 x 125 cm
Ukuran lahan	= 1.5 m x 1 m
Kapasitas	= 100 kg/jam
Bahan	= Plat Mild Steel
Cutting Size	= 10 mm
Harga	= Rp 14,000,000
Power	= 12 HP
Sumber	= APBN
Umur	= 5 tahun
Jumlah unit	= 1 unit

Sumber = [www.agromaret.com](http://www.agromaret.com) (Anonim, 2012)

Saat ini lahan yang digunakan untuk meletakkan mesin pencacah diperkirakan menggunakan lahan sebesar 1.5 m<sup>2</sup>. Sedangkan lahan sisa adalah lahan untuk peletakkan produk sampah.

Total penggunaan lahan zona 3 memiliki ukuran sebagai berikut:

Panjang = 27 m

Lebar = 16 m

Luas = 432 m<sup>2</sup>

Sedangkan lahan untuk meletakkan mesin adalah:

Panjang = 1.5 m

Lebar = 1 m

Luas = 1.5 m<sup>2</sup>

Maka, luas lahan untuk penyimpanan sampah di zona 3 adalah:

Luas zona 3 = 432- 1.5 m<sup>2</sup>

= 430.5 m<sup>2</sup>

Berdasarkan perhitungan diatas, maka lahan untuk meletakkan timbunan sampah adalah 430.5 m<sup>2</sup>. Sehingga timbunan sampah yang akan dijual pada 2014 dengan kapasitas 142 m<sup>3</sup>/hari, maka timbunan sampah yang disarankan untuk lahan ini adalah sebagai berikut:

Volume penyimpanan = 20.3 m<sup>3</sup>/hari x 7 hari

= 142 m<sup>3</sup>

Luas lahan zona 3 = 430.5 m<sup>2</sup>

Tinggi timbunan =  $\frac{\text{Timbunan sampah}}{\text{Luas lahan}}$

=  $\frac{142 \text{ m}^3}{430.5 \text{ m}^2}$

= 0.33 m = 33 cm

Tinggi ini adalah tinggi minimum dan apabila sampah yang masuk lebih banyak maka tinggi timbunan akan dimaksimalkan menjadi 1 m. Sehingga lahan penyimpanan zona 3 masih dapat menampung sampah sebelum dijual. Namun, jika kapasitas

volume ditingkatkan menjadi 186 m<sup>3</sup>, maka timbunan yang disarankan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume penyimpanan } 72 \text{ m}^3 &= 26.58 \text{ m}^3/\text{hari} \times 7 \text{ hari} \\
 &= 186 \text{ m}^3 \\
 \text{Luas lahan zona 3} &= 430.5 \text{ m}^2 \\
 \text{Tinggi timbunan} &= \frac{\text{Timbunan sampah}}{\text{Luas lahan}} \\
 &= \frac{186 \text{ m}^3}{430.5 \text{ m}^2} \\
 &= 0.43 \text{ m} = 43 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Tinggi timbunan yang disarankan apabila volume sampah menjadi 72 m<sup>3</sup> adalah antara 0.43 m hingga 1 m.

Selain itu, menghitung kebutuhan alat mesin pencacah plastik pada tahun 2023. Mesin ini digunakan untuk mencacah plastik jenis PET. Berdasarkan hasil analisis komposisi, bahwa plastik PET memiliki persentase 0.99% (Lihat lampiran C), dari jumlah sampah yang masuk. Pada saat ini pencacahan sampah plastik dilakukan selama 2 hingga 4 jam per hari. Jika ditinjau pada timbunan sampah tahun 2014, kapasitas sampah yang masuk ke mesin ini adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Timbunan sampah 2014} &= 11864.4 \text{ kg/hari} \\
 \text{Persentase sampah PET} &= 0.99\% \\
 \text{RF} &= 100\% \\
 \text{Besarnya sampah PET} &= 11864.4 \text{ kg} \times 0.99\% \\
 &= 117.45 \text{ kg/hari} \\
 \text{Kapasitas unit} &= 100 \text{ kg/jam} \\
 \text{Jumlah unit} &= 1 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan kapasitas mesin pencacah, saat ini plastik PET yang dicacah sebesar 117.45 kg/hari, dan dicacah selama 4 jam. Alat tersebut masih dapat digunakan untuk mencacah sampah plastik PET di TPST. Sehingga, apabila ditingkatkan menjadi 8 jam, 1 unit mesin dapat mencacah plastik PET dan ditingkatkan menjadi 500 – 800 kg/hari. Perlu diketahui bahwa umur alat adalah 5 hingga 7 tahun. Sehingga penggantian alat pencacah plastik akan diganti setiap 5 hingga 7 tahun.

Setelah menghitung kapasitas mesin pencacah, selanjutnya menghitung jumlah unit pada tahun 2018. Berdasarkan perhitungan sebelumnya, kapasitas maksimal TPST berada pada tahun 2018. Pada tahun 2018 timbunan sampah meningkat menjadi 14989.6 kg/hari. Sehingga perhitungan kebutuhan alat pencacah plastik di tahun 2018 adalah sebagai berikut:

Timbunan sampah 2018	= 14989.6 kg/hari
Persentase sampah PET	= 0.99%
RF	= 100%
Besarnya sampah PET	= $14989.6 \text{ kg} \times 0.99\%$
	= 148 kg/hari
Kapasitas unit	= 100 kg/jam/unit
Jumlah unit	= 1 unit = 100 kg/jam
	= $100 \text{ kg/jam} \times 8 \text{ jam}$
	= 800 kg/hari
	= 148 kg/hari = 1 unit

Dari perhitungan diatas, untuk mengatasi kelonjakan sampah PET pada tahun 2023, maka alat pencacah tidak ada penambahan. Namun, karena umur alat adalah 5 hingga 7 tahun, maka setiap 5 atau 7 tahun harus diganti dengan alat yang baru.

#### 4.4.4 Proyeksi Kebutuhan Lahan Pengomposan

Lahan pengomposan atau lahan zona 4 (Lihat lampiran Gambar A1 Halaman 1), merupakan zona untuk mengomposkan sampah basah yang masuk ke TPST. Saat ini lahan ini digunakan untuk mengomposkan sampah kebun. Persentase sampah kebun sangat besar yakni mencapai 53.75%. Sampah kebun memiliki persentase RF sebesar 99% dengan reduksi sampah dengan pengomposan sebesar 51.81% dari total jumlah sampah yang masuk setiap harinya.

Pada tahun 2014 lahan untuk pengomposan yang tersedia sebesar 300 m<sup>2</sup>. Saat ini proses pengomposan di TPST menggunakan sistem *windrow*. Selama proses pengomposan

digunakan 3 jenis alat yaitu pencacah kompos, penggiling kompos, dan pengayak kompos dengan masing-masing 1 unit. Mesin tersebut merupakan bentuk kerjasama antara pemerintah setempat dengan pemerintah Jepang, dan dihibahkan pada tahun 2011.

Adapun spesifikasi alat berdasarkan [www.agromaret.com](http://www.agromaret.com) (Anonim, 2012) yang digunakan antara lain sebagai berikut:

1. Mesin Pencacah Kompos:

P x l x t box	= 1300 x 1100 x 1750 mm
Kapasitas	= 100 – 300 kg/jam
Harga	= Rp 15,000,000
Power	= Motor Diesel 8 HP
Sumber	= APBN
Umur	= 5 tahun
Jumlah unit	= 1 unit

2. Mesin Penggiling Kompos:

P x l x t box	= 1500 x 800 x 1200 mm
Kapasitas	= 360 kg/jam
Harga	= Rp 12,500,000
Power	= Motor Diesel 16 HP
Sumber	= APBN
Umur	= 5 tahun
Jumlah unit	= 1 unit

3. Mesin Pengayak Kompos:

P x l x t box	= 200 x 800 x 1700 mm
Kapasitas	= 360 kg/jam
Harga	= Rp 7,500,000
Power	= EM ½ HP 220 V 1Ph
Sumber	= APBN
Umur	= 5 tahun
Jumlah unit	= 1 unit

Setelah mengetahui alat yang digunakan untuk memproses kompos di TPST, kemudian menghitung kapasitas alat yang digunakan apabila kapasitas TPST akan dimaksimalkan

menjadi  $72 \text{ m}^3/\text{hari}$  yang berada pada tahun 2018. Dari analisis kesetimbangan bahan sebelumnya, bahwa besarnya persentase sampah yang akan dikomposkan setiap harinya sebesar 51.81%. Sehingga pada tahun 2018, besarnya sampah yang akan dikomposkan adalah sebagai berikut:

Timbulan sampah 2018	= $14989.6 \text{ kg/hari}$
Persentase sampah dikomposkan	= 51.81%
Besarnya sampah dikomposkan	= $14989.6 \times 51.81\%$
	= $7766 \text{ kg/hari}$
	= 7.7 ton

Kapasitas mesin pencacah	= $300 \text{ kg/jam}$
Kapasitas mesin penggiling	= $360 \text{ kg/jam}$
Kapasitas mesin pengayak	= $360 \text{ kg/jam}$
Kapasitas kompos	= $7766 \text{ kg/hari}$
Jam kerja	= 8 jam
	$\frac{7766 \text{ kg/hari}}{8 \text{ jam/hari}}$
Kapasitas kompos per jam	= $971 \text{ kg/jam}$
	$\frac{971 \text{ kg/jam}}{300 \text{ kg/jam}}$
Mesin pencacah yang dibutuhkan	= 3 unit
	$\frac{971 \text{ kg/jam}}{360 \text{ kg/jam}}$
Mesin penggiling yang dibutuhkan	= 3 unit
	$\frac{1555 \text{ kg/jam}}{360 \text{ kg/jam}}$
Mesin pengayak yang dibutuhkan	= 3 unit

Karena 1 unit dapat mencacah kompos dengan kapasitas 100 – 300 kg jam, maka dalam 8 jam kerja bisa mencacah kompos dengan kapasitas maksimum sekitar 24 ton kompos. Sehingga pada tahun 2018 untuk memaksimalkan kapasitas, maka dibutuhkan penambahan alat. Pada tahun 2018 alat yang



dibutuhkan berjumlah 3 unit untuk masing-masing alat di lahan komposting.

Selanjutnya menghitung kebutuhan lahan pengomposan. Karena pada tahun 2023 terdapat penambahan alat, maka dapat diperkirakan bahwa akan terdapat penambahan lahan, dari kebutuhan lahan eksisting. Kebutuhan lahan membutuhkan data volume kompos yang masuk setiap harinya. Pada saat ini, lahan pengomposan sebesar 300 m<sup>2</sup>. Seperti perhitungan sebelumnya, bahwa sampah yang dikomposkan memiliki persentase sebesar 51.81%. Sehingga volume sampah yang masuk pada tahun 2014 adalah sebagai berikut:

Volume sampah tahun 2014	= 55 m <sup>3</sup> /hari
Persentase sampah dikompos	= 51.81%
Volume sampah dikomposkan	= 55 m <sup>3</sup> /hari x 51.81%
	= 28.49 m <sup>3</sup> /hari
Jam kerja	= 8 jam/hari
Volume sampah per jam	= $\frac{28.49 \text{ m}^3/\text{hari}}{8 \text{ jam/hari}}$
	= 3.56 m <sup>3</sup> /jam
Waktu penimbunan kompos	= 1 jam
Volume penimbunan	= 3.56 m <sup>3</sup> /jam x 1 jam
	= 3.56 m <sup>3</sup> /jam
Penimbunan Kompos 7 hari	= 28.49 m <sup>3</sup> /hari x 7 hari
	= 199.43 m <sup>3</sup>
Lahan yang tersedia	= 300 m <sup>2</sup>

Sedangkan lahan untuk meletakkan mesin dan kompos matang adalah:

Panjang	= 3 m
Lebar	= 3 m
Luas	= 9 m <sup>2</sup> (untuk 3 alat dan lahan kompos matang)

Sehingga luas lahan hanya untuk peletakkan sampah yang akan dikomposkan adalah sebagai berikut:

Luas lahan total	= 300 m <sup>2</sup>
Lahan mesin+kompos matang	= 9 m <sup>2</sup>
Luas zona 4	= 300 m <sup>2</sup> - 9 m <sup>2</sup>

$$= 291 \text{ m}^2$$

Maka, tinggi timbunan yang disarankan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Tinggi timbunan} &= \frac{199.43 \text{ m}^3}{291 \text{ m}^2} \\ &= 0.6 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, tinggi lahan zona 4 adalah 0.6 m. Berdasarkan observasi di lapangan, lahan yang digunakan untuk menampung sampah yang dijadikan kompos dalam 6 hingga 7 sel tumpukan. Karena tumpukan sampah hanya 6 sel dan memaksimalkan lahan yang tersedia, dan sampah yang belum dijadikan kompos ditumpuk hampir 1.5 m. Sehingga lahan komposting dimungkinkan untuk menambah kapasitas lahan agar dapat meningkatkan kapasitas kompos yang dihasilkan. Selain itu, tinggi timbunan kompos perlu diturunkan serta menambah jumlah sel tumpukan. Karena, apabila sel tumpukan ditambah, selain menambah jumlah sampah yang masuk, maka masa penyimpanan kompos juga lama. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kapasitas lahan kompos sudah maksimal untuk tahun 2014 dan sudah tidak dapat menambah kapasitas lagi.

Oleh karena itu, pada tahun 2015 harus menambah kapasitas lahan atau untuk sementara tidak menambah kapasitas sampah yang masuk. Sampah yang dibatasi adalah jenis sampah yang berpotensi menjadi kompos. Dengan kata lain, kapasitas lahan zona 4 untuk laju timbulan  $55 \text{ m}^3$  sudah merupakan kapasitas lahan maksimal.

Setelah mengetahui kapasitas maksimum lahan pengomposan, selanjutnya menghitung kapasitas lahan komposting (zona 4) pada tahun 2018. Pada perhitungan proyeksi timbulan, telah diketahui bahwa pada tahun 2018 dianggap timbulan sampah di TPST mengalami kenaikan sebesar  $72 \text{ m}^3/\text{hari}$ .

Kemudian menghitung luas lahan pengomposan, yang pada tahun 2023 diupayakan dibagi menjadi 4 kluster untuk lahan zona 4 (lahan komposting), antara lain:

1. Lahan pencacahan

2. Lahan pengomposan
3. Lahan pematangan kompos
4. Lahan pengayakan kompos

Berdasarkan keterangan diatas, maka perkiraan kebutuhan lahan pada tahun 2018 dapat dihitung sebagai berikut:

Lahan pencacahan:

Timbulan sampah 2018	= 72 m <sup>3</sup> /hari
Persentase kompos	= 51.81%
Volume sampah dikomposkan	= 37.3 m <sup>3</sup> /hari
Nilai RF sampah dikompos	= 99%
Volume sampah RF	= 37.3 m <sup>3</sup> /hari x 99%
	= 37 m <sup>3</sup> /hari
Jam kerja	= 8 jam/hari
Volume sampah/jam	= $\frac{37 \text{ m}^3/\text{hari}}{8 \text{ jam/hari}}$
	= 4.7 m <sup>3</sup> /jam
Waktu maksimal penimbunan	= 1 jam
Volume	= 4.7 m <sup>3</sup> /jam x 1 jam
	= 4.7 m <sup>3</sup>
Tinggi timbunan	= 0.5 m
Luas lahan	= $\frac{4.7 \text{ m}^3}{0.5 \text{ m}}$
	= 9.4 m <sup>2</sup>
Panjang = Lebar	= (9.4 m <sup>2</sup> ) <sup>0.5</sup> = 3 m
Lahan pekerja	= 1 m
Sehingga, lahan total adalah sebagai berikut:	
Panjang	= 3 m + 1 m = 4 m
Lebar	= 3 m + 1 m = 4 m
Luas lahan	= Panjang x lebar
	= 16 m <sup>2</sup>
Berat sampah per jam	= 971 kg/jam

Pada lahan ini alat yang akan digunakan adalah mesin pencacah kompos. Alat yang digunakan berjumlah 3 unit. Kemudian setiap

dimensi ditambah 0.5 m untuk ruang gerak pekerja, sehingga dimensinya adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 1.3 \text{ m} + 0.5 \text{ m} = 1.8 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 1.1 \text{ m} + 0.5 \text{ m} = 1.6 \text{ m} \\
 \text{Tinggi} &= 1.75 \text{ m} \\
 \text{Luas lahan} &= 1.8 \text{ m} \times 1.6 \text{ m} = 2.9 \text{ m}^2 \text{ (untuk 1 unit)} \\
 &= 2.9 \text{ m}^2 \times 3 \text{ unit alat} \\
 &= 8.7 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas Total} &= 16 \text{ m}^2 + 8.7 \text{ m}^2 = \mathbf{24.7 \text{ m}^2}
 \end{aligned}$$

Lahan pengomposan:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume sampah dikompos} &= 37.3 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Waktu tumpukan} &= 1 \text{ hari} \\
 \text{Volume tumpukan} &= \frac{37.3 \text{ m}^3/\text{hari}}{1 \text{ hari}} = 37.3 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Sampah yang masuk ke lahan ini akan dikompos 75% dari yang masuk ke lahan pencacahan kompos. Hal ini dikarenakan lahan akan dibatasi, sehingga perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume sampah} &= 37.3 \text{ m}^3 \times 75\% \\
 &= 28 \text{ m}^3 \\
 \text{Rencana tinggi tumpukan} &= 0.5 \text{ m} \\
 \text{Karena } P = 1, \text{ maka perhitungannya adalah:} \\
 \text{Panjang} &= (\text{Volume/tinggi})^{0.5} \\
 &= (28 \text{ m}^3 / 0.5 \text{ m})^{0.5} \\
 &= 7.5 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 7.5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Karena adanya penambahan lahan gerak untuk pekerja dalam mengaduk kompos, maka akan ditambah 1 m untuk masing-masing dimensi, sehingga:

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 7.5 \text{ m} + 1 \text{ m} = 8.5 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 7.5 \text{ m} + 1 \text{ m} = 8.5 \text{ m} \\
 \text{Waktu pengomposan} &= 30 \text{ hari} \\
 \text{Jumlah total sel} &= 8 \text{ tumpukan untuk 30 hari} \\
 \text{Tinggi Tumpukan} &= 1.5 \text{ m kompos sedang (4 sel)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 1 \text{ m kompos matang (4 sel)} \\
 \text{Luas lahan total} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{jumlah sel} \\
 &= 8.5 \text{ m} \times 8.5 \text{ m} \times 8 \\
 &= \mathbf{578 \text{ m}^2}
 \end{aligned}$$

Pada lahan ini tidak ada aktivitas alat, sehingga tidak ada penambahan luas lahan untuk meletakkan alat.

#### Lahan pematangan kompos:

Waktu pematangan kompos dilakukan selama 14 hari (Saputra, 2010). Kemudian pada fase pematangan terdapat penyusutan volume sebanyak  $\frac{1}{3}$  dari volume awal sampah yang dikompos. Volume sampah yang dikompos adalah  $37.3 \text{ m}^3$ . Sehingga volumenya adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume kompos matang} &= \frac{1}{3} \times \text{volume awal} \\
 &= \frac{1}{3} \times 37.3 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 12.4 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Volume kompos/hari} &= 12.4 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1 \text{ hari} \\
 &= 12.4 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Kemudian direncanakan jumlah sel tumpukan adalah 1 tumpukan per 7 hari dengan tinggi 1 m. Sehingga jumlah tumpukan dalam 14 hari adalah 2 tumpukan. Sehingga dapat menghitung dimensi lahan. Jika panjang = lebar, maka:

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= (\text{Volume/tinggi})^{0.5} \\
 \text{Panjang} &= (12.4 \text{ m}^3 / 1 \text{ m})^{0.5} \\
 &= 3.5 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 3.5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Selain itu menambah ruang gerak pada pekerja sebanyak 0.5 m, sehingga:

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 3.5 \text{ m} + 0.5 \text{ m} = 4 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 3.5 \text{ m} + 0.5 \text{ m} = 4 \text{ m} \\
 \text{Luas lahan} &= 4 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 16 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Pada lahan pematangan akan ditempatkan alat penggiling kompos dengan jumlah 3 unit. Pada penambahan alat akan ditambah ruang gerak pekerja sebesar 0.5 m, sehingga dimensinya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 1.5 \text{ m} + 0.5 \text{ m} = 2 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 0.8 \text{ m} + 0.5 \text{ m} = 1.3 \text{ m} \\
 \text{Tinggi} &= 1.2 \text{ m} \\
 \text{Luas lahan} &= 2 \text{ m} \times 1.3 \text{ m} = 2.6 \text{ m}^2 \text{ (untuk 1 unit)} \\
 &= 2.6 \text{ m}^2 \times 3 \text{ unit alat} \\
 &= 7.8 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas total} &= 16 \text{ m}^2 + 7.8 \text{ m}^2 = \mathbf{23.8 \text{ m}^2}
 \end{aligned}$$

#### Lahan pengayakan kompos:

Lahan ini merupakan lahan untuk mengayak kompos yang telah matang. Volume kompos yang matang akan menyusut 1/3 dari volume sampah yang belum terjadi proses degradasi.

Volume kompos matang per hari adalah  $12.4 \text{ m}^3$ . Pada proses pengomposan menjadi kompos matang, diperkirakan akan terjadi 2 jenis kompos yaitu kompos yang halus, dan kompos sedang dengan persentase 75%:25%. Sehingga volume masing-masing jenis kompos matang adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Rencana tinggi tumpukan} &= 0.5 \text{ m} \\
 \text{Kompos halus} &= 75\% \times 12.4 \text{ m}^3 \\
 &= 9.3 \text{ m}^3 \\
 \text{Luas lahan} &= \frac{9.3 \text{ m}^3}{0.5 \text{ m}} = 18.6 \text{ m}^2 \\
 \text{Panjang} = \text{lebar} &= (18.6 \text{ m}^2)^{0.5} = 4.3 \text{ m} \\
 \text{Kompos sedang} &= 25\% \times 12.4 \text{ m}^3 \\
 &= 3.1 \text{ m}^3 \\
 \text{Luas lahan} &= \frac{3.1 \text{ m}^3}{0.5 \text{ m}} = 6.2 \text{ m}^2 \\
 \text{Panjang} = \text{lebar} &= (6.2 \text{ m}^2)^{0.5} = 2.49 \text{ m} \\
 \text{Luas lahan pengemasan} &= 18.6 \text{ m}^2 + 6.2 \text{ m}^2 \\
 &= 24.8 \text{ m}^2 \\
 \text{Dimensi panjang} = \text{lebar} &= (24.8 \text{ m}^2)^{0.5} = 5 \text{ m} \\
 \text{Panjang dan lebar dari lahan pengemasan akan ditambah masing-masing gerak untuk pekerja, sehingga dimensinya adalah:} \\
 \text{Panjang} &= 5 \text{ m} + 0.5 \text{ m} = 5.5 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 5 \text{ m} + 0.5 \text{ m} = 5.5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{Luas lahan} = 5.5 \text{ m} \times 5.5 \text{ m} = 30.25 \text{ m}^2$$

Pada lahan pengayakan kompos akan ditempatkan alat pengayak kompos dengan jumlah 3 unit. Pada penambahan alat akan ditambah ruang gerak pekerja sebesar 0.5 m, sehingga dimensinya adalah sebagai berikut:

$$\text{Panjang} = 0.2 \text{ m} + 0.5 \text{ m} = 0.7 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 0.8 \text{ m} + 0.5 = 1.3 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 1.7 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas lahan} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 0.7 \text{ m} \times 1.3 \text{ m} \\ &= 0.91 \text{ m}^2 = 1 \text{ m}^2 \text{ (1 unit)} \\ &= 1 \text{ m}^2 \times 3 \text{ unit} \\ &= 3 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas total} &= 30.25 \text{ m}^2 + 3 \text{ m}^2 \\ &= \mathbf{33.25 \text{ m}^2} \end{aligned}$$

Dari perhitungan sebelumnya diketahui luas wilayah masing-masing dari kluster wilayah composting yang direncanakan pada tahun 2023. Sehingga luas lahan total adalah sebagai berikut:

Luas wilayah zona 4 tahun 2023:

$$\begin{aligned} &= \text{Luas lahan 1} + \text{Luas lahan 2} + \text{Luas lahan 3} + \text{Luas lahan 4} \\ &= 24.7 \text{ m}^2 + 578 \text{ m}^2 + 23.8 \text{ m}^2 + 33.25 \text{ m}^2 \\ &= \mathbf{660 \text{ m}^2} \text{ (Luas wilayah komposting tahun 2018)} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, diperkirakan pada tahun 2018 akan ditambah lahan komposting untuk menunjang kapasitas TPST yang akan bertambah sekitar  $17 \text{ m}^3$ . ehingga pada tahun 2018 diperkirakan akan ditambah lahan untuk komposting dengan luas  $660 \text{ m}^2$ , sehingga mampu memaksimalkan kapasitas TPST pada tahun 2018 yang dimaksimalkan untuk  $72 \text{ m}^3$ .

#### 4.5 Perhitungan Analisis Finansial

Analisis finansial digunakan untuk mengetahui persentase kelayakan suatu investasi. Analisis ini dilakukan untuk

mengetahui berapa keuntungan yang diperoleh oleh TPST Mulyoagung Bersatu selama mengolah sampah dalam 3 tahun terakhir. Menurut Yansen dan Arnatha, 2012 bahwa analisis ini digunakan untuk memperoleh data yang optimum sebagai dasar kelayakan suatu proyek.

Metode yang digunakan untuk menghitung analisis finansial adalah metode NPV. Metode NPV dapat dilihat pada persamaan **2.2** di subbab **2.7**. untuk menghitung analisis finansial dengan menggunakan metode NPV, dibutuhkan beberapa data antara lain data pengeluaran dan pemasukan ke TPST Mulyoagung Bersatu.

Menurut himpunan data TPST Mulyoagung Bersatu, 2014 terkait dengan data pengeluaran dan pemasukan. Terdapat beberapa data yang terkait dengan data tersebut. Tabel **4.13** menunjukkan data tentang pemasukan dan pengeluaran TPST Mulyoagung Bersatu.

Berdasarkan himpunan data TPST, 2014 terdapat sekitar 15 sub biaya yang digunakan untuk biaya pengeluaran dan pemasukan dalam mengelola sampah di TPST Mulyoagung Bersatu. Biaya pemasukan meliputi Iuran RT/RW, penjualan lapak, penjualan kompos, penjualan limbah nasi, pinjaman, hibah dari beberapa pihak, dan biaya lain-lain (terkait biaya tak terduga). Biaya pengeluaran meliputi biaya pembelian barang modal, gaji pegawai, kebutuhan BBM untuk kendaraan pengumpul, perawatan alat, bayar hutang, biaya sosial, dan ATK.

#### **4.5.1 Biaya Pemasukan**

Pada subbab **4.4** telah dikemukakan bahwa untuk melakukan analisis finansial dibutuhkan data pemasukan dan pengeluaran. Biaya pemasukan yang termasuk dalam kategori ini adalah biaya yang berasal dari pihak luar TPST.

Salah satu biaya yang merupakan biaya pemasukan adalah iuran pelanggan. Iuran pelanggan merupakan iuran yang berasal dari warga (pelanggan TPST) yang bersedia sampahnya



dikelola oleh TPST Mulyoagung Bersatu, yang dibantu oleh RT/RW setempat. Tabel 4.16 menunjukkan data iuran RT/RW per tiap rumah selama bulan Januari 2014.

**Tabel 4. 20 Rekapitan Iuran Pelanggan TPST (Eksisting)**

No	Dusun/Desa	RT/RW	Jumlah Rumah	Jumlah Iuran (Rp)	
1	<b>Dermo (Mulyoagung)</b>	RT.01/RW.01	50	Rp	315,000.00
2		RT.03/RW.01	18	Rp	180,000.00
3		RT.04/RW.01	70	Rp	420,000.00
4		RT.05/RW.01	70	Rp	840,000.00
5		RT.01/RW.02	55	Rp	345,000.00
6		RT.02/RW.02	70/55	Rp	330,000.00
7	<b>Jetak Ngasri (Mulyoagung)</b>	RW.01+RW.02	350/299	Rp	2,153,000.00
9	<b>Jetak Lor (Mulyoagung)</b>	RW.01	90	Rp	1,080,000.00
10		RW.02	100	Rp	500,000.00
11	<b>Villa Bukit Sengkaling/ Oma Campus (Desa Landungsari)</b>	RT.01/RW.03	50	Rp	500,000.00
12	<b>Jetak Lor (Mulyoagung)</b>	RT.02/RW.03	40	Rp	400,000.00
13		RT.03/RW.03	40	Rp	400,000.00
14		RT.04/RW.03	80	Rp	800,000.00
15	<b>Dusun Sengkaling (Mulyoagung)</b>	RT.01/RW.03	37	Rp	259,000.00
16		RT.02/RW.03	100	Rp	700,000.00
17		RT.03/RW.03	40	Rp	400,000.00
18		RT.01/RW.04	45	Rp	315,000.00
19		RT.02/RW.04	40	Rp	280,000.00

No	Dusun/Desa	RT/RW	Jumlah Rumah	Jumlah Iuran (Rp)	
20		RT.03/RW.04	50	Rp	350,000.00
21		RT 01 / RW 05	31	Rp	310,000.00
22	<b>Bumi Asri Sengkaling (Mulyaagung)</b>	RT 02 / RW 05	50	Rp	500,000.00
23		RT 03 / RW 05	45	Rp	315,000.00
24		RT 04 / RW 05	40	Rp	200,000.00
25	<b>Sengkaling Indah</b>	RW 06	56	Rp	400,000.00
26	<b>Graha Sengkaling (Mulyaagung)</b>	RT 01 / RW 07	25	Rp	230,000.00
27		RT 01 / RW 07	60	Rp	503,000.00
28	<b>Sengkaling II</b>	RT 02 / RW 07	58	Rp	500,000.00
29		RT 03 / RW 07	50	Rp	600,000.00
30		RT 04 / RW 07	48/67	Rp	672,000.00
31	<b>Desa Sumbersekar</b>	Semua	424	Rp	23,988,000.00
<b>JUMLAH</b>				<b>Rp</b>	<b>38,785,000.00</b>

(Sumber : Himpunan Data TPST Mulyaagung Bersatu, 2014)

Iuran RT/RW per warga dibedakan sesuai tingkat ekonomi keluarga. Iuran untuk warga yang bekerja sebagai petani atau dengan tingkat ekonomi menengah ke bawah, iuran per bulannya adalah Rp 6,000 hingga Rp 12,000. Sedangkan untuk tingkat menengah dan menengah ke atas mencapai Rp 20,000 hingga Rp 250,000. Penghasilan yang diperoleh per bulan adalah sekitar Rp 30,000,000 hingga Rp 38,785,000. Hasil dari iuran ini menurut himpunan data akan digunakan untuk membayar gaji karyawan.

Selain dari iuran RT/RW, biaya pemasukan lainnya adalah hasil dari penjualan lapak sampah ke para rekanan.

Menurut himpunan data TPST Mulyoagung Bersatu (2014), sampah basah yang dipilah akan dijual dalam bentuk limbah nasi dan kompos. Untuk limbah nasi harga jualnya mencapai Rp 2,500 per kantong plastik yang berukuran 10 liter. Sedangkan untuk kompos dijual ke pelanggan dengan harga Rp 600 per kg. selain 2 lapak untuk sampah basah, lapak sampah kering terdapat 47 jenis yang merupakan kesepakatan antara TPST dan para rekanan. Hasil lapak dapat dilihat pada Tabel 4.17 berikut.

**Tabel 4. 21 Data Hasil Lapak Yang Bernilai Jual**

No	Jenis Hasil Olahan	Harga (Rp)/kg
1	Limbah Nasi	Rp 250
2	Kompos	Rp 600
3	Plastik Kemasan Gelas Aqua	Rp 5,000
4	Plastik untuk Bak	Rp 3,700
5	Bodong (Botol Plastik)	Rp 3,700
6	Pipa Paralon	Rp 1,400
7	Karas Kaca (Tempat Kue Kering)	Rp 4,200
8	Mainan Plastik	Rp 1,200
9	Sak Semen	Rp 2,900
10	Plastik (Jenis <i>Omplong</i> )	Rp 1,600
11	Seng (Besi)	Rp 900
12	AL. C (kaleng soda)	Rp 10,000
13	Besi Tipe B	Rp 2,500
14	Kertas SD (Boram)	Rp 1,400
15	Kertas HVS	Rp 2,200
16	Kertas	Rp 9,000
17	Kertas Glangsi	Rp 650

No	Jenis Hasil Olahan	Harga (Rp)/kg
18	Kardus	Rp 1,450
19	Duplex	Rp 825
20	Aqua Bersih	Rp 7,200
21	Tutup dari Alumunium	Rp 2,600
22	Putihan (sedotan,kemasan susu fermentasi)	Rp 4,000
23	Plastik jenis mitasi	Rp 850
24	Mantel	Rp 700
25	Banner	Rp 850
26	Alumunium Tipe A (Botol Parfum)	Rp 11,000
27	Besi Tipe A	Rp 3,300
28	Piringan Kaset/CD	Rp 6,500
29	Tutup Botol Jenis A	Rp 45,000
30	Tutup Botol Jenis B	Rp 43,000
31	Plastik jenis PP	Rp 1,150
32	Plastik jenis HD	Rp 700
33	Kertas koran	Rp 2,500
34	Gembos (Karet Sandal)	Rp 500
35	Karet ban	Rp 300
36	Tulang	Rp 1,300
37	Nasi	Rp 3,000
38	Gilingan Bodong (Botol Aqua 1.5 Liter)	Rp 7,500
39	Gilingan Gelas Aqua	Rp 10,000
40	Tali rafia Dr Plastik PP	Rp 9,500
41	Lapak botol kaca coklat	Rp 250
42	Lapak botol kaca Hijau	Rp 50
43	Lapak botol kaca Putih	Rp 500

No	Jenis Hasil Olahan	Harga (Rp)/kg
44	Botol Bir Anggur Merah	Rp 500
45	Botol Bir TM	Rp 1,100
46	Botol Kemasan Sprite	Rp 300
47	Botol Kemasan Madu	Rp 150
48	Botol Kemasan Mensen	Rp 400
49	Botol Kemasan Bir Bintang	Rp 1,100

(Sumber: Himpunan Data TPST Mulyoagung Bersatu, 2014)

Berdasarkan hasil analisis komposisi TPST Mulyoagung Bersatu (lihat Tabel 4.8) dari 22 komposisi sampah kering yang dipilah, hasil pilahan sampah kering tersebut dipilah lagi menjadi jenis lapak yang bernilai jual. Hasil pilahan tersebut menjadi 49 jenis dengan rata-rata komposisi terbanyak adalah sampah plastik, botol kaca dan kertas. Rata-rata penjualan ini dilakukan setiap sebulan 2 kali. Hal ini dikarenakan menunggu hasil olahan yang banyak sebelum diambil oleh rekanan. Berdasarkan data dari TPST, setiap kali penjualan memperoleh pendapatan sebesar antara Rp 2,600,000; Rp 4,600,000; hingga Rp 5,500,000. Hasil pendapatan ini akan digabungkan dengan pendapatan dari iuran pelanggan yang digunakan untuk membayar gaji karyawan.

Untuk biaya pinjaman dan hibah serta biaya lain-lain merupakan biaya yang diperoleh dari sumbangan para investor kepada TPST Mulyoagung Bersatu. Dana ini bersifat sukarela dari investor. Sehingga para investor tidak menerima hasil dari TPST Mulyoagung Bersatu. Dana yang bersifat sukarela ini biasanya berasal dari pemerintah pusat atau pemerintah Kabupaten Malang. Salah satu contoh yang merupakan hibah adalah kendaraan Becak motor, gerobak sampah, alat pencacah plastik, dan lain sebagainya.

#### 4.5.2 Biaya Pengeluaran

Biaya pengeluaran merupakan biaya yang dikeluarkan oleh TPST dalam menunjang operasional. Biaya yang dimaksud adalah kebutuhan BBM (Bahan Bakar Minyak), gaji pegawai, membayar modal pinjaman, dan lain sebagainya.

Menurut himpunan data TPST Mulyoagung Bersatu, biaya pengeluaran yang dikeluarkan tidak terdapat biaya pengeluaran untuk membayar tagihan air. Hal ini dikarenakan air yang digunakan untuk sarana kamar mandi menggunakan air sumur yang berasal dari lahan TPST, sehingga tidak adanya biaya pengeluaran untuk membayar tagihan air.

Biaya BBM digunakan untuk membayar bahan bakar kendaraan untuk *dump truck*, *pick up*, dan Becak motor. Serta biaya kebutuhan listrik yang berasal dari PLN. Biaya ini dikeluarkan dalam menunjang operasional sehingga proses pengolahan sampah dapat berjalan dengan baik dan tanpa hambatan. Menurut himpunan data TPST Mulyoagung Bersatu (2014), biaya yang dikeluarkan untuk membayar kebutuhan BBM ini mencapai Rp 4,252,000 per bulan.

Biaya perawatan digunakan untuk membayar perawatan kendaraan pengumpul. Hal ini merupakan bentuk peremajaan terhadap fasilitas pengolahan sampah di TPST Mulyoagung Bersatu. Biaya yang dikeluarkan mencapai Rp 1,590,000/bulan. Selain mengeluarkan biaya perawatan, biaya yang dikeluarkan antara lain biaya modal, operasional umum, bayar hutang, dan pembelian ATK untuk keperluan administrasi. Biaya sosial diberikan untuk tunjangan pegawai apabila pegawai sakit sehingga tidak dapat melakukan pekerjaannya dengan baik.

Gaji karyawan yang dikeluarkan berbeda setiap pegawai. Hal ini dikarenakan adanya tingkat pekerja, seperti yang telah dibahas pada subbab 4.1.2. TPST Mulyoagung Bersatu memiliki 4 jenis pegawai yang diperkerjakan dengan upah yang berbeda pula.

Gaji pokok pegawai TPST Mulyoagung Bersatu yang paling rendah adalah Rp 289,650/bulan dan yang paling tinggi

adalah Rp 1.8 Juta/bulan. Data gaji ini menurut pegawai di TPST berasal dari hasil penjualan lapak dan iuran. Data gaji pegawai per tahun 2013 dapat dilihat pada Tabel **4.18** berikut.

**Tabel 4. 22 Data Gaji Pegawai TPST Per Bulan**

<b>No</b>	<b>Nama Pekerja</b>	<b>Gaji Saat Ini/bulan</b>
<b>1</b>	Tugas S.	Rp 1,200,000
<b>2</b>	Harsono	Rp 1,200,000
<b>3</b>	Sanawi	Rp 1,300,000
<b>4</b>	M. Arif	Rp 1,000,000
<b>5</b>	Tukiran	Rp 1,000,000
<b>6</b>	Sonni	Rp 1,150,000
<b>7</b>	Bobby	Rp 850,000
<b>8</b>	Tupan	Rp 1,000,000
<b>9</b>	Abig Priyanto	Rp 1,000,000
<b>10</b>	Agung	Rp 1,150,000
<b>11</b>	Yusuf	Rp 1,200,000
<b>12</b>	Sungkono	Rp 1,000,000
<b>13</b>	Edi	Rp 1,250,000
<b>14</b>	Wawan	Rp 1,200,000
<b>15</b>	Sumarto	Rp 1,050,000
<b>16</b>	Nuriatin	Rp 850,000
<b>17</b>	Yuliana	Rp 900,000
<b>18</b>	Rupi'ani	Rp 850,000
<b>19</b>	Meseni	Rp 850,000
<b>20</b>	Minah	Rp 850,000
<b>21</b>	Rusmini	Rp 900,000
<b>22</b>	Mistianah	Rp 850,000
<b>23</b>	Tutik Indawati	Rp 950,000

<b>No</b>	<b>Nama Pekerja</b>	<b>Gaji Saat Ini/bulan</b>
<b>24</b>	Li'ati	Rp 850,000
<b>25</b>	Jumani	Rp 850,000
<b>26</b>	Tumisri	Rp 800,000
<b>27</b>	Elfi	Rp 900,000
<b>28</b>	Temi	Rp 850,000
<b>29</b>	Tuniarsih	Rp 900,000
<b>30</b>	Siti	Rp 900,000
<b>31</b>	Lina	Rp 900,000
<b>32</b>	Bayu	Rp 1,000,000
<b>33</b>	Rahman	Rp 1,100,000
<b>34</b>	Rikky	Rp 750,000
<b>35</b>	Kiki	Rp 1,000,000
<b>36</b>	Budiyanto	Rp 1,100,000
<b>37</b>	Tuni	Rp 700,000
<b>38</b>	Susilowati	Rp 750,000
<b>39</b>	Sunarsih	Rp 800,000
<b>40</b>	Marsitin	Rp 800,000
<b>41</b>	Sri Utami	Rp 750,000
<b>42</b>	M. Syahrudin	Rp 1,050,000
<b>43</b>	Jumadi / Syarif	Rp 1,250,000
<b>44</b>	Sutrisno (Penjaga)	Rp 1,300,000
<b>45</b>	Nari (Penjaga)	Rp 600,000
<b>46</b>	Soleh (Penjaga)	Rp 550,000
<b>47</b>		Rp 550,000
<b>48</b>	Darsono(Penjaga) Kusnoto	Rp 750,000
<b>49</b>	Farida Nur Aini	Rp 900,000
<b>50</b>	Eka Ratna Karlina P	Rp 750,000



No	Nama Pekerja	Gaji Saat Ini/bulan
51	B. Mustikanah	Rp 100,000
52	B. Sujjati	Rp 255,000
53	Moch. Siswoyo	Rp 250,000
54	Rifa'i	Rp 200,000
55	Wiryono	Rp 1,840,500
56	Wadi	Rp 500,500
57	Kasianto	Rp 275,000
58	Sarimin	Rp 250,000
59	Yosef	Rp 250,000
60	Dulkijat	Rp 300,000
61	Sarijan	Rp 200,000
62	Suroso/ Mardi	Rp 450,000
63	Supriyono	Rp 350,000
64	Jumadi	Rp 300,000
65	Khoirul	Rp 289,650
<b>TOTAL</b>		<b>Rp52,760,650</b>

(Sumber: Himpunan Data TPST Mulyoagung Bersatu, 2014)

Gaji karyawan pada Tabel **4.18** merupakan data gaji saat ini dibayar oleh TPST kepada para karyawannya. Pada Tabel **4.17** juga menunjukkan bahwa gaji yang dibayar untuk setiap karyawan berbeda jumlahnya. Selain itu, data pada Tabel **4.17** hanya menunjukkan gaji yang dibayar untuk 65 pegawai dari 78 pegawai. Sedangkan, sisanya atau 13 karyawan lainnya belum terdapat data gajinya. Jadi untuk sementara hasil pengeluaran disesuaikan dengan data yang diperoleh.

Hasil pemasukan dan pengeluaran per bulan pada Tahun 2013 dapat dilihat pada Tabel **4.23**.

**Tabel 4. 23 Data Pemasukan & Pengeluaran TPST Per Bulan 2013**

No	Uraian	Jumlah
<b>I Pemasukan</b>		
1	Iuran RT/RW	Rp 30,173,000
2	Penjualan Lapak	Rp 26,958,000
3	Penjualan Kompos	Rp 1,539,000
4	Penjualan Limbah Nasi	Rp 3,506,500
5	Pinjaman	Rp 15,412,000
6	Hibah	Rp 500,000
7	Lain-lain	Rp 468,478
<b>TOTAL PEMASUKAN</b>		<b>Rp 78,556,978</b>
<b>II Pengeluaran</b>		
1	Barang Modal	Rp 4,500,000
2	Pegawai	Rp 52,760,650
3	Biaya Operasional Umum	Rp 2,835,500
4	Kebutuhan BBM	Rp 4,252,000
5	Perawatan	Rp 1,590,000
6	Bayar Hutang	Rp 11,155,400
7	Sosial	Rp 840,000
8	ATK (Alat Tulis Kantor)	Rp 74,500
<b>TOTAL PENGELUARAN</b>		<b>Rp 78,008,050</b>

Data tersebut belum diketahui apakah data tersebut merupakan data per bulan atau per tahun. Karena keterbatasan data sehingga data pada Tabel 4.19 ini akan menjadi acuan dalam perhitungan analisis finansial di subbab 4.5.3. sehingga diasumsikan bahwa data ini merupakan data per bulan. Data aliran kas pemasukan dan pengeluaran ini terbatas karena belum memiliki data pemasukan dan pengeluaran pada Tahun 2011 hingga 2012.

#### 4. 5.3 Hasil Perhitungan Analisis Finansial

Perhitungan analisis finansial dihitung dengan menggunakan persamaan 2.2 terkait analisis finansial pada bab 2. Seperti yang telah diuraikan sebelumnya bahwa data yang diperlukan untuk menghitung analisis ini adalah data pengeluaran dan pemasukan selama beberapa tahun terakhir. Data yang diperoleh adalah data dari tahun 2011 hingga tahun 2013.

Langkah awal dalam melakukan analisis ini adalah menghitung aliran kas (*cash flow*) suatu proyek dari data pemasukan dan pengeluaran selama beberapa tahun terakhir. data yang diperoleh hanya data 1 tahun (data tahun 2013). Data yang dimaksud adalah data pemasukan dan pengeluaran yang berada pada Tabel 4.23. Setelah mengetahui pemasukan dan pengeluaran sesuai dengan data dan asumsi data yang ada, kemudian dapat menghitung analisis finansial dengan menggunakan persamaan NPV (lihat subbab 2.7).

Total hasil pemasukan dan pengeluaran per tahun akan dijadikan nilai dasar dalam menentukan aliran kas proyek TPST Mulyoagung Bersatu. Aliran kas ditentukan dari selisih antara pemasukan dan pengeluaran di TPST Mulyoagung Bersatu dari tahun pertama TPST beroperasi hingga tahun ketiga.

Penentuan aliran kas ini disesuaikan dengan data yang diperoleh. Karena data yang diperoleh hanya data Tahun 2013, maka diasumsikan bahwa pengeluaran dan pemasukan dari awal TPST ini beroperasi hingga tahun 2013 adalah sama baik dari segi pemasukan dan pengeluaran.

Aliran kas diperoleh dari selisih antara pemasukan dan pengeluaran. Sehingga aliran kas pada Tabel 4.23 dapat dihitung sebagai berikut:

Pemasukan Tahun 2013	= Rp 78,556,978 x 12 bulan = Rp 942,683,736
Pengeluaran Tahun 2013	= Rp 78,008,050 x 12 bulan = Rp 936,096,600
Aliran Kas Tahun 2013	= Pemasukan – Pengeluaran = Rp 6,587,136

Dari perhitungan aliran kas diketahui bahwa kas bersih yang diterima adalah Rp 6,587,136 dan dapat dikatakan mengalami keuntungan walaupun jumlahnya tidak terlalu besar.

Setelah mengetahui aliran kas Tahun 2013, maka selanjutnya menghitung NPV dari aliran kas tersebut, guna mengetahui kelayakan proyek TPST yang telah berjalan selama 3 tahun. Perhitungan NPV disesuaikan dengan persamaan 2.2. Dalam persamaan 2.2 dibutuhkan beberapa data nilai persamaan dalam menghitung NPV, antara lain:

- a. Nilai  $B_t$  = nilai pemasukan suatu proyek
- b. Nilai  $C_t$  = nilai pengeluaran suatu proyek
- c. Nilai  $n$  = umur suatu proyek
- d. Nilai  $t$  = lamanya investasi
- e. Nilai  $i$  = Pajak (*discount rate*)

Nilai-nilai ini merupakan nilai dalam persamaan yang akan digunakan dalam menghitung NPV. Nilai " $B_t - C_t$ " diperoleh dari selisih antara hasil pemasukan dan pengeluaran atau dengan kata lain aliran kas yang terjadi. Nilai  $n$  merupakan umur perkiraan TPST atau perkiraan TPST ini dapat beroperasi. Nilai  $n$  biasanya diperoleh dari RPIJM (Rencana Pembangunan Induk Jangka Menengah) suatu Kota atau Kabupaten. Karena belum ditemukan RPIJM Kabupaten Malang, sehingga nilai  $n$  diasumsikan dengan 7. Karena TPST akan dimaksimalkan kapasitas pada tahun 2018 atau tahun ke-7 TPST beroperasi. Nilai  $t$  menunjukkan lamanya investasi atau tahun investasi yang telah berjalan hingga sekarang. Nilai  $i$  merupakan pajak yang dikeluarkan oleh TPST Mulyoagung Bersatu. Karena TPST Mulyoagung Bersatu merupakan usaha masyarakat dan semua peralatan operasional merupakan hibah, sehingga nilai  $i$  adalah 0%. Sehingga perhitungan NPV dari data yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Diketahui:

$B_t$  = Rp 942,683,736

$C_t$  = Rp 936,096,600

n = 3 Tahun

t = 1

i = 0%

Ditanya:

NPV = .....?

Perhitungan:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{Bt-Ct}{(1+i)^t}$$

$$NPV \text{ 2013} = \sum_{t=1}^{n=10} \frac{Rp \ 942,683,736 - Rp \ 936,096,600}{(1+0\%)^3}$$

$$NPV \text{ 2013} = Rp \ 6,587,136$$

Berdasarkan perhitungan NPV diatas, telah menjelaskan bahwa nilai NPV pada tahun 2013 adalah Rp 6,587,136. Nilai NPV yang dihitung ini berdasarkan data dari kondisi eksisting TPST pada tahun 2013. Selain itu, nilai NPV pada perhitungan NPV memperoleh hasil bahwa angka tersebut >0. Menurut Rachadian *et al.*, 2013 dan Prasetyo, 2013; *Net Present Value* (NPV) merupakan nilai sekarang dari seluruh aliran kas mulai sekarang sampai akhir proyek. Dan apabila nilai NPV  $\geq 0$ , maka proyek tersebut dapat dikatakan layak dari segi kondisi eksisting.

Selanjutnya adalah menghitung NPV pada tahun 2011 hingga tahun 2018. Berdasarkan data yang diperoleh, ternyata data aliran kas yang terdata hanya aliran kas tahun 2013. Sehingga untuk menghitung aliran kas pertahunnya, akan disesuaikan dengan harga satuan per m<sup>3</sup>. Tabel 4.24 akan menunjukkan kenaikan volume sampah dari tahun 2011 hingga tahun 2018 yang mencapai 72 m<sup>3</sup>.

**Tabel 4. 24 Laju Timbulan TPST per Tahun**

Tahun	Laju Timbulan (m3/hari)
2011	30
2012	45

<b>Tahun</b>	<b>Laju Timbunan (m<sup>3</sup>/hari)</b>
<b>2013</b>	50
<b>2014</b>	55
<b>2015</b>	58
<b>2016</b>	62
<b>2017</b>	65
<b>2018</b>	72

Aliran kas pada Tabel 4.23 akan dibagi dengan volume sampah pada tahun 2013. Karena volume sampah adalah 50 m<sup>3</sup>/hari, maka aliran kas yang telah dibuat per tahun, akan dibagi dengan 50 m<sup>3</sup>, untuk mendapatkan harga satuan. Data ini akan dijadikan acuan dalam aliran kas per tahun. Sehingga dapat diprediksi kenaikan aliran kas per tahunnya. Aliran kas dapat dilihat Tabel 4.25.

**Tabel 4. 25 Aliran Kas TPST per m<sup>3</sup> per Tahun**

<b>No</b>	<b>Uraian</b>	<b>Jumlah</b>	
<b>I</b>	<b>Penerimaan</b>		
1	Iuran RT/RW	Rp	7,241,520
2	Penjualan Lapak	Rp	6,469,920
3	Penjualan Kompos	Rp	369,360
4	Penjualan Limbah Nasi	Rp	841,560
5	Pinjaman	Rp	3,698,880
6	Hibah	Rp	120,000
7	Lain-lain	Rp	112,435
<b>TOTAL PENERIMAAN</b>		<b>Rp</b>	<b>18,853,675</b>
<b>II</b>	<b>Pengeluaran</b>		
1	Barang Modal	Rp	1,080,000
2	Pegawai	Rp	12,662,556
3	Biaya Operasional Umum	Rp	680,520
4	Kebutuhan BBM	Rp	1,020,480
5	Perawatan	Rp	381,600
6	Bayar Hutang	Rp	2,677,296
7	Sosial	Rp	201,600
8	ATK (Alat Tulis Kantor)	Rp	17,880
<b>TOTAL PENGELUARAN</b>		<b>Rp</b>	<b>18,721,932</b>

Sehingga dari aliran kas per volume sampah (Tabel 4.25) yang masuk ke TPST akan dikalikan dengan jumlah volume sampah per tahun hingga tahun 2018 (Tabel 4.24). Sehingga dapat dilihat pada Tabel 4.26; 4.28; dan 4.30. Contoh perhitungan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Iuran RT/RW per m}^3 &= \text{Rp } 7,241,520 \\
 \text{Volume sampah 2011} &= 30 \text{ m}^3 \\
 \text{Iuran RT/RW Tahun 2011} &= \text{Rp } 7,241,520 \times 30 \text{ m}^3 \\
 &= \text{Rp } 217,245,600
 \end{aligned}$$

**Tabel 4. 26 Aliran Kas TPST Tahun 2011 hingga Tahun 2013**

No	Uraian	Aliran Kas Tahun 2011	Aliran Kas Tahun 2012	Aliran Kas Tahun 2013
<b>I</b>	<b>Penerimaan</b>			
1	Iuran RT/RW	Rp 217,245,600	Rp 325,868,400	Rp362,076,000
2	Penjualan Lapak	Rp 194,097,600	Rp 291,146,400	Rp323,496,000
3	Penjualan Kompos	Rp 11,080,800	Rp 16,621,200	Rp 18,468,000
4	Penjualan Limbah Nasi	Rp 25,246,800	Rp 37,870,200	Rp 42,078,000
5	Pinjaman	Rp 110,966,400	Rp 166,449,600	Rp184,944,000
6	Hibah	Rp 3,600,000	Rp 5,400,000	Rp 6,000,000
7	Lain-lain	Rp 3,373,042	Rp 5,059,562	Rp 5,621,736
<b>TOTAL PENERIMAAN</b>		<b>Rp 565,610,242</b>	<b>Rp 848,415,362</b>	<b>Rp942,683,736</b>
<b>II</b>	<b>Pengeluaran</b>			
1	Barang Modal	Rp 32,400,000	Rp 48,600,000	Rp 54,000,000
2	Pegawai	Rp 379,876,680	Rp 569,815,020	Rp633,127,800
3	Biaya Operasional Umum	Rp 20,415,600	Rp 30,623,400	Rp 34,026,000
4	Kebutuhan BBM	Rp 30,614,400	Rp 45,921,600	Rp 51,024,000
5	Perawatan	Rp 11,448,000	Rp 17,172,000	Rp 19,080,000
6	Bayar Hutang	Rp 80,318,880	Rp 120,478,320	Rp133,864,800
7	Sosial	Rp 6,048,000	Rp 9,072,000	Rp 10,080,000
8	ATK (Alat Tulis Kantor)	Rp 536,400	Rp 804,600	Rp 894,000
<b>TOTAL PENGELUARAN</b>		<b>Rp 561,657,960</b>	<b>Rp 842,486,940</b>	<b>Rp936,096,600</b>

Pada Tabel **4.27** diatas aliran kas ini merupakan aliran kas awal TPST berdiri. Dari perhitungan aliran kas diketahui terdapat peningkatan pendapatan antara tahun 2011 hingga tahun 2013.

Selanjutnya menghitung aliran kas tahun 2014 hingga tahun 2018. Pada aliran kas tahun 2014 direncanakan pengeluaran untuk gaji pekerja disesuaikan dengan UMR Kabupaten Malang. UMR merupakan upah minimum regional yang dikeluarkan oleh pemerintah dalam membayar pekerja di kabupaten tersebut. Atau standar upah yang harus dibayar kepada setiap pekerja. Data UMR dapat dilihat pada Tabel **4.27**.

**Tabel 4. 27 Data UMR Sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur**

<b>Tahun</b>	<b>Harga UMR (Rp)</b>	<b>Sumber</b>
<b>2011</b>	Rp 1,077,600	Pergub Jatim No. 93 Tahun 2010
<b>2012</b>	Rp 1,130,500	Pergub Jatim No. 81 Tahun 2011
<b>2013</b>	Rp 1,343,700	Pergub Jatim No.72 Tahun 2012
<b>2014</b>	Rp 1,635,000	Pergub Jatim No. 78 Tahun 2013

Berdasarkan Tabel **4.27** diketahui bahwa terdapat kenaikan upah pekerja dari tahun 2013 ke 2014 sebesar 17%. Kenaikan ini akan ditambahkan pada upah setelah tahun 2014. Hal ini dikarenakan belum adanya data upah pada tahun 2015 hingga tahun 2018. Sehingga aliran kasnya dapat dilihat pada Tabel **4.28** dan **4.29**.



**Tabel 4. 28 Aliran Kas TPST Tahun 2014 hingga Tahun 2016**

No	Uraian	Aliran Kas Tahun 2014	Aliran Kas Tahun 2015	Aliran Kas Tahun 2016
<b>I</b>	<b>Penerimaan</b>			
1	Iuran RT/RW	Rp 398,283,600	Rp 420,008,160	Rp 448,974,240
2	Penjualan Lapak	Rp 355,845,600	Rp 375,255,360	Rp 401,135,040
3	Penjualan Kompos	Rp 20,314,800	Rp 21,422,880	Rp 22,900,320
4	Penjualan Limbah Nasi	Rp 46,285,800	Rp 48,810,480	Rp 52,176,720
5	Pinjaman	Rp 203,438,400	Rp 214,535,040	Rp 229,330,560
6	Hibah	Rp 6,600,000	Rp 6,960,000	Rp 7,440,000
7	Lain-lain	Rp 6,183,910	Rp 6,521,214	Rp 6,970,953
<b>TOTAL</b>		<b>Rp 1,036,952,110</b>	<b>Rp 1,093,513,134</b>	<b>Rp1,168,927,833</b>
<b>PENERIMAAN</b>				
<b>II</b>	<b>Pengeluaran</b>			
1	Barang Modal	Rp 59,400,000	Rp 62,640,000	Rp 66,960,000
2	Pegawai	Rp 1,530,360,000	Rp 1,790,521,200	Rp2,094,909,804
3	Biaya Operasional Umum	Rp 37,428,600	Rp 39,470,160	Rp 42,192,240
4	Kebutuhan BBM	Rp 56,126,400	Rp 59,187,840	Rp 63,269,760
5	Perawatan	Rp 20,988,000	Rp 22,132,800	Rp 23,659,200
6	Bayar Hutang	Rp 147,251,280	Rp 155,283,168	Rp 165,992,352
7	Sosial	Rp 11,088,000	Rp 11,692,800	Rp 12,499,200
8	ATK (Alat Tulis Kantor)	Rp 983,400	Rp 1,037,040	Rp 1,108,560
<b>TOTAL</b>		<b>Rp 1,863,625,680</b>	<b>Rp 2,141,965,008</b>	<b>Rp2,470,591,116</b>
<b>PENGELUARAN</b>				

Pada Tabel 4.28 dapat dilihat pada aliran kas TPST, bahwa ketika gaji pegawai dibayar sesuai UMR maka pengeluaran yang dikeluarkan lebih besar. Sehingga untuk mengantisipasi membayar sesuai UMR diperlukan pemasukan yang lebih besar lagi, dengan menaikkan harga retribusi dan harga jual lapak atau adanya tambahan subsidi dari Pemkab. Dengan adanya peningkatan pendapatan, maka dapat menyeimbangkan biaya pemasukan dan pengeluaran.

Aliran kas selanjutnya pada Tabel 4.30 akan menjelaskan aliran kas pada tahun 2017 dan tahun 2018. Pada aliran kas di tahun 2017, jumlah pemasukan dan pengeluaran masih sama pada tahun 2014 hingga 2016. Dimana pengeluaran untuk pembayaran gaji pegawai lebih besar, karena disesuaikan dengan UMR. Namun pada aliran kas tahun 2018, karena kapasitas TPST akan dimaksimalkan menjadi 72 m<sup>3</sup>, sehingga akan terdapat penambahan alat untuk pengomposan. Hal ini disesuaikan pada perhitungan lahan komposting.

Kebutuhan alat dan harga untuk penambahan mesin di area komposting, akan dilihat pada Tabel 4.29.

**Tabel 4. 29 Jumlah dan Harga Kebutuhan Alat untuk Lahan Komposting Tahun 2018**

Jenis Alat	Jumlah Unit	Harga per unit	Total Harga
Mesin Pencacah Kompos	3 unit	Rp15,000,000	Rp45,000,000
Mesing Penggiling Kompos	3 unit	Rp12,500,000	Rp,500,000
Mesin Pengayak Kompos	3 unit	Rp7,500,000	Rp 22,500,000
<b>Total</b>		<b>Rp</b>	<b>105,000,000</b>

Penambahan alat biasanya berasal dari hibah Pemerintah Kabupaten Malang. Sehingga aliran kas untuk sub aliran hibah akan ditambahkan dari harga jumlah kebutuhan alat yang diperlukan. Aliran kas tahun 2017 dan 2018 dapat dilihat pada Tabel 4.30.

**Tabel 4. 30 Aliran Kas Tahun 2017 dan Tahun 2018**

No	Uraian	Aliran Kas Tahun 2017		Aliran Kas Tahun 2018	
<b>I</b>	<b>Penerimaan</b>				
1	Iuran RT/RW	Rp	470,698,800	Rp	521,389,440
2	Penjualan Lapak	Rp	420,544,800	Rp	465,834,240

No	Uraian	Aliran Kas Tahun 2017		Aliran Kas Tahun 2018	
3	Penjualan Kompos	Rp	24,008,400	Rp	26,593,920
4	Penjualan Limbah Nasi	Rp	54,701,400	Rp	60,592,320
5	Pinjaman	Rp	240,427,200	Rp	266,319,360
6	Hibah	Rp	7,800,000	Rp	113,640,000
7	Lain-lain	Rp	7,308,257	Rp	8,095,300
<b>TOTAL PENERIMAAN</b>		<b>Rp</b>	<b>1,225,488,857</b>	<b>Rp</b>	<b>1,462,464,580</b>
<b>II</b>	<b>Pengeluaran</b>				
1	Barang Modal	Rp	70,200,000	Rp	77,760,000
2	Pegawai	Rp	2,451,044,471	Rp	2,867,722,031
3	Biaya Operasional Umum	Rp	44,233,800	Rp	48,997,440
4	Kebutuhan BBM	Rp	66,331,200	Rp	73,474,560
5	Perawatan	Rp	24,804,000	Rp	27,475,200
6	Bayar Hutang	Rp	174,024,240	Rp	192,765,312
7	Sosial	Rp	13,104,000	Rp	14,515,200
8	ATK (Alat Tulis Kantor)	Rp	1,162,200	Rp	1,287,360
<b>TOTAL PENGELUARAN</b>		<b>Rp</b>	<b>2,844,903,911</b>	<b>Rp</b>	<b>3,303,997,103</b>

Dengan mengetahui aliran kas dari tahun 2011 hingga tahun 2018. Selanjutnya adalah menghitung NPV setiap tahunnya. Perhitungan NPV per tahun telah dijelaskan pada awal subbab 4.5.3. Sehingga sebelum menentukan status kelayakan diperlukan nilai NPV per tahun. Tabel 4.31; 4.32; dan 4.33 akan menjelaskan NPV per tahun.

**Tabel 4. 31 Perhitungan NPV tahun 2011 hingga Tahun 2013**

Tahun	2011	2012	2013
<b>Pemasukan</b>	Rp565,610,242	Rp848,415,362	Rp942,683,736
<b>Pengeluaran</b>	Rp561,657,960	Rp842,486,940	Rp936,096,600
<b>Aliran Kas</b>	Rp3,952,282	Rp5,928,422	Rp6,587,136
<b>Discount rate</b>	0%	0%	0%
<b>NPV</b>	<b>Rp3,952,282</b>	<b>Rp5,928,422</b>	<b>Rp6,587,136</b>

Pada NPV di tahun 2011 hingga 2013 masih dikatakan mendatangkan keuntungan. Namun jika dilihat pada Tabel 4.31 dan 4.33 TPST dikatakan rugi apabila dibayar sesuai UMR.

**Tabel 4. 32 Perhitungan NPV tahun 2014 hingga Tahun 2016**

Tahun	2014	2015	2016
<b>Pemasukan</b>	Rp1,036,952,110	Rp1,093,513,134	Rp1,168,927,833
<b>Pengeluaran</b>	Rp1,863,625,680	Rp2,141,965,008	Rp2,470,591,116
<b>Aliran Kas</b>	-Rp826,673,570	-Rp1,048,451,874	-Rp1,301,663,283
<b>Discount rate</b>	0%	0%	0%
<b>NPV</b>	-Rp826,673,570	-Rp1,048,451,874	-Rp1,301,663,283

Tahun 2018 akan ditambahkan unit alat di lahan kompos untuk menunjang kapasitas TPST. Penambahan tersebut akan masuk ke aliran kas pemasukan sub hibah. Karena alat yang ditambah akan dijadikan acuan TPST untuk menambah alat kepada pemkab. Namun, penambahan alat belum tentu dapat meningkatkan keuntungan. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.33.

**Tabel 4. 33 Perhitungan NPV tahun 2017 hingga Tahun 2018**

Tahun	2017	2018
<b>Pemasukan</b>	Rp1,225,488,857	Rp1,462,464,580
<b>Pengeluaran</b>	Rp2,844,903,911	Rp3,303,997,103
<b>Aliran Kas</b>	-Rp1,619,415,054	-Rp1,841,532,523
<b>Discount rate</b>	0%	0%
<b>NPV</b>	-Rp1,619,415,053.88	-Rp1,841,532,522.86

Dari Tabel 4.32 dan 4.33 terlihat bahwa apabila TPST tidak dapat menyeimbangkan pemasukan dan pengeluaran, maka TPST akan mendapat kerugian. Saran yang diperlukan dalam meningkatkan pendapatan perlu dilakukan penelitian berapa persen pendapatan yang harus ditingkatkan apabila kapasitas TPST dimaksimalkan pada tahun 2018.

Setelah mengetahui aliran kas dan nilai NPV per tahun. Langkah selanjutnya adalah menghitung NPV dari tahun 2011 hingga tahun 2018. Perhitungan NPV total dihitung dari penjumlahan nilai NPV tiap tahun. Kemudian setelah menghitung NPV per tahun, hasil perhitungan dibandingkan dengan modal yang telah dijelaskan pada Tabel 2.4. Berdasarkan analisis, apabila TPST menguntungkan dengan adanya

pengembalian dari modal awal, maka TPST dikatakan layak. Namun, apabila sebaliknya, maka dikatakan tidak layak. Sehingga hasil perhitungan untuk penentuan kelayakan dapat dilihat pada Tabel 4.34 .

**Tabel 4. 34 Penentuan Status Kelayakan TPST**

<b>Total NPV</b>	<b>-Rp6,621,268,465</b>
<b>Modal Awal</b>	<b>Rp1,645,000,000</b>
<b>Status</b>	<b>Rugi</b>
<b>Status Kelayakan</b>	<b>Tidak Layak</b>

Berdasarkan hasil perhitungan, ternyata apabila pengeluaran harus disesuaikan dengan UMR maka TPST akan mengalami kerugian. Sehingga mengakibatkan tidak adanya pengembalian modal. Untuk itu perlu adanya peningkatan pendapatan dengan menambah hasil dari penjualan sampah dan peningkatan subsidi dari Pemkab Malang.

Untuk penelitian lebih lanjut harus diperkirakan berapa keuntungan yang harus ditambah agar dapat menyeimbangkan pengeluaran. Sehingga dengan adanya peningkatan dari pemasukan, maka dapat menambah umur TPST.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan menjawab tujuan penulisan yang terletak pada Bab 1. Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini antara lain:

1. Kuantitas volume sampah yang diolah setiap hari di TPST adalah  $55 \text{ m}^3/\text{hari}$  dengan berat sampah sebesar 11.86 ton/hari. Komposisi sampah di TPST Mulyoagung Bersatu antara lain sampah basah 68.24%, sampah plastik 11.54%, sampah kertas 7.48%, *diapers* 7.08%, kabel 0.07%, kayu 0.60%, B3 0.40%, kain/tekstil 1.53%, kaca 1.34%, karet 0.25%, kaleng 0.15%, logam 0.13%, kulit 0.05%, dan *styrofoam* 0.32%.
2. Pengolahan sampah di TPST Mulyoagung Bersatu menghasilkan produk olahan berupa kompos (6.1 ton/hari), hasil pemilahan limbah nasi (1.8 ton/hari), dan hasil pemilahan sampah kering (2.4 ton/hari) yang dijual ke rekanan setempat.
3. Hasil analisis finansial menunjukkan bahwa pada volume sampah sebesar  $55 \text{ m}^3/\text{hari}$  pada tahun 2014 dan proyeksi maksimum pada  $72 \text{ m}^3/\text{hari}$  di tahun 2018 menunjukkan nilai NPV  $<0$ . Dengan demikian kegiatan TPST dipandang belum layak.
4. Proyeksi setelah data terakhir menunjukkan kapasitas TPST dapat ditingkatkan menjadi  $72 \text{ m}^3/\text{hari}$  pada tahun 2018.

#### **5.2 Saran**

Penelitian selanjutnya di TPST Mulyoagung Bersatu diperlukan perencanaan neraca keuangan untuk menyeimbangkan pengeluaran dalam aliran kas TPST setelah tahun 2013. Kemudian diperlukan penelitian mengenai kondisi efektifitas pengumpulan sampah dari sumber sampah ke TPST dan

pengangkutan sampah ke TPA, sehingga dapat mengetahui apabila ditambah pelayanan TPST dengan kapasitas 72 m<sup>3</sup>, harus diperlukan data rit/hari. Selain itu, berdasarkan observasi lapangan bahwa TPST Mulyoagung Bersatu belum memiliki IPAL dalam mengelola air lindi dan air limbah, sehingga diperlukan penelitian untuk mendesain IPAL dan saluran pengumpul lindi di TPST Mulyoagung Bersatu sehingga dapat menambah fasilitas pengolahan sampah yang ideal di TPST.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2012. Mesin Penghancur Plastik Murah. [http://www.agromaret.com/beli/50526/mesin\\_penghancur\\_plastik\\_murah](http://www.agromaret.com/beli/50526/mesin_penghancur_plastik_murah). Diakses pada 20 Juli 2014.
- Anonim. 2012. Mesin Pengolah Sampah Organik. [http://agromaret.com/jual/33123/mesin\\_pengolah\\_sampah\\_organik](http://agromaret.com/jual/33123/mesin_pengolah_sampah_organik). Diakses pada 20 Juli 2014.
- Agustia, P, Y., Herumurti, W., dan Warmadewanthi, I, D, A, A. 2014. Reduksi Sampah Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya. Prosiding Seminar Nasional Waste Management II: “Tren Terkini Dalam Pengelolaan Sampah Kota dan Limbah B3”. Surabaya.
- Ayuningtyas, T. 2010. Kajian Sistem Pengelolaan Sampah di Kecamatan Bubutan, Kota Surabaya. Surabaya. Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS.
- Buku TPST Mulyoagung Bersatu, 2011. Malang.
- Chaerul, M dan Susangka, A. 2011. Pemilihan Teknologi Pengomposan Sampah Kota dengan Pendekatan *Analytic Hierarrchy Process*. Jurnal Purifikasi. Surabaya. **Vol.12**, (1), Hal. 71 – 78.
- Chen, C, C. dan Chen Y-T. 2013. Energy Recovery or Material Recovery For MSW Treatment? *Journal of Resources, Conservation, and Recycling* (Science direct). Taiwan. **Vol 74**. Hal 37-44.
- Data Sumber Dana TPST Mulyoagung. 2013. TPST Mulyoagung Bersatu Kabupaten Malang.
- Dau Dalam Angka. 2008.Badan Pusat Statistik Kecamatan Dau
- Dau Dalam Angka. 2009.Badan Pusat Statistik Kecamatan Dau
- Dau Dalam Angka. 2010.Badan Pusat Statistik Kecamatan Dau
- Dau Dalam Angka. 2011.Badan Pusat Statistik Kecamatan Dau
- Dau Dalam Angka. 2012.Badan Pusat Statistik Kecamatan Dau
- Dau Dalam Angka. 2013.Badan Pusat Statistik Kecamatan Dau
- Davila, E., dan Chang, N, B,. 2005.Suistanable Pattern Analysis Of A Publicly Owned Material Recovery Facility In A Fast-growing Urban Setting Under Uncertainty.



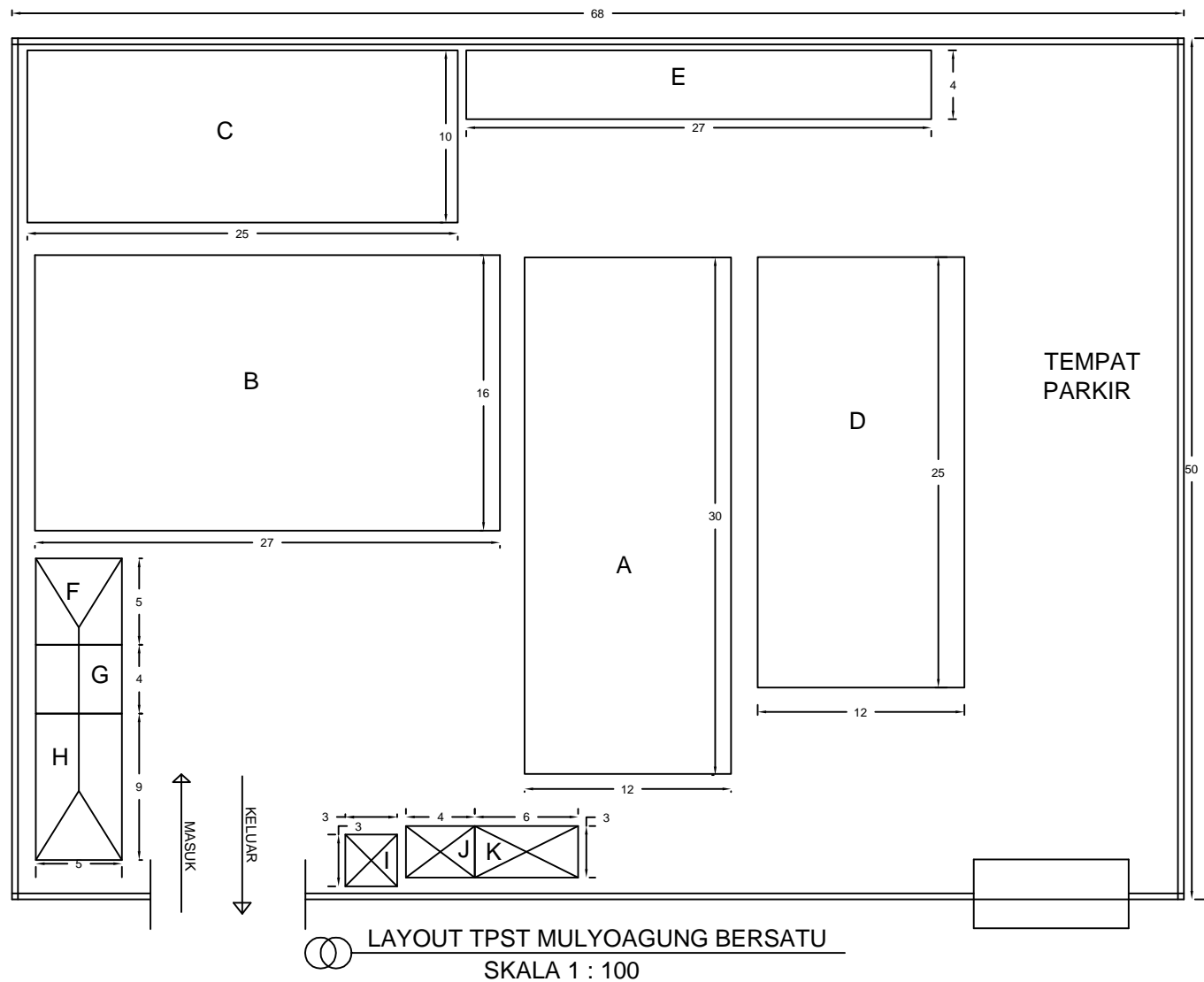
- Journal Of Environmental Management*. **Vol. 25** (8), Hal 337-351.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1994. Tata Cara Pengelolaan Sampah di Permukiman. SK SNI T-13-1994-F. Bandung. Yayasan LPMB.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum. 2012. Materi Bidang Sampah I. Jakarta. Direktur PLP.
- Dubanowitz, A, J. 2000. Design Of A Material Recovery Facility (MRF) For Processing The Recyclable Materials Of New York City's Muncipal Solid Waste (Doctoral Dissertation, Columbia University).
- Efendi, M dan Trihadiningrum, Y. 2012. Potensi Sampah Permukiman di Kawasan Perdesaan Kabupaten Ponorogo (Studi Kasus Kecamatan Bungkal). Prosiding Seminar Nasional 2012 Waste Management. Surabaya.
- Fernando, A. 2011. Analisis Kelayakan TPA Regional untuk Wilayah Pelayanan Kota Jakarta Barat, Kabupaten Tangerang, Kota Tangerang, dan Kabupaten Serang Ditinjau dari Pemilihan Teknologi Pengolahan Sampah, Pembiayaan, dan Institusi. Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta. **Vol 3**, (1), Hal. 52-65.
- Gurning, H, N, Tarigan, M. A. P, dan Nasution, P. Z. 2013. Studi Pengelolaan Sampah Pasar Kota Medan (Studi Kasus: Pasar Sore Padang Bulan, Medan). Medan. Laporan Penelitian Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara (USU).
- Hardianto dan Trihadiningrum, Y. 2014. Review Peran IPST Dalam Reduksi Sampah Kota. Prosiding Seminar Nasional Waste Management II: "Tren Terkini Dalam Pengelolaan Sampah Kota dan Limbah B3". Surabaya.
- Himpunan Data TPST Mulyoagung Bersatu. 2014. Malang.

- Kecamatan Dau Dalam Angka. 2013. Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur.
- Maindoka, J dan Pandjaitan, H. 2011. Analisis Pemakaian Air Bersih (PDAM) Untuk Kota Pangkep 10 Tahun Ke Depan. Laporan Tugas Akhir Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanudin.
- Maryani, S. Rahadi, B, dan Lusiana, N. 2012. Kajian Pengelolaan Timbunan Sampah Ramah Lingkungan di Kabupaten Ponorogo. Prosiding Seminar Nasional Waste Management I: "Waste Management for Sustainable Urban Development". Surabaya.
- Munawar, A., 1999. Aspek Ekonomis Pengelolaan Sampah Kota Banjarnegara Jawa Tengah dengan Cara Pengomposan. Surabaya. Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS.
- Pandebesie, E. 2005. Buku Diktat Pengelolaan Sampah. Surabaya. Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS.
- Pasang, H., Moore, G. A, and Sitorus, G. 2007. Neighbourhood-Based Waste Management: A Solution For Solid Waste Problems In Jakarta, Indonesia. Waste Management 27, 1924-1938.
- Peraturan Daerah Kabupaten Malang No. 10 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 93 Tahun 2010 tentang Keputusan Upah Minimum Regional Tahun 2011
- Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 81 Tahun 2011 tentang Keputusan Upah Minimum Regional Tahun 2012
- Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2012 tentang Keputusan Upah Minimum Regional Tahun 2013
- Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 78 Tahun 2013 tentang Keputusan Upah Minimum Regional Tahun 2014
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.

- Permana, J, T. 2010. Kajian Pengadaan dan Penerapan Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) di TPA km.14 Kota Palangkaraya. Surabaya. Laporan Tesis. Program Magister Teknik Prasarana Lingkungan Permukiman. Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS.
- Pramestiyawati, N, T dan Warmadewanthi, IDAA. 2013. Potensi Reduksi Sampah terhadap Penurunan Timbulan Gas Rumah Kaca di TPA Kota Madiun. Jurnal Teknik Pomits. Surabaya. **Vol 2**, (2), Hal. D74-D77.
- Prasetyo, E, A. 2013. Analisis Finansial Usaha Ternak Sapi Perah Pada UD Hadi Putra Ngijo Karang Ploso Malang. Laporan Penelitian Prodi Sosial Ekonomi Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang.
- Rachadian, F, M., Agassi, E, A., dan Sutopo, W. 2013. Analisis Kelayakan Investasi Penambahan Frais Baru Pada CV. XYZ. Jurnal Teknologi Industri Universitas Diponegoro. **Vol 8**, (1). Hal 15-20
- Riyanto, B. 2008. Prospek Pengelolaan Sampah Nonkonvensional di Kota Kecil. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Sahwan, L, F, Irawati, R, dan Suryato, F. 2004. Efektivitas Pengomposan Sampah Kota Menggunakan Komposter Skala Rumah Tangga. Jurnal Teknologi Lingkungan. Jakarta. **Vol.5**, (2), Hal. 134 – 139.
- Santoso, U. 2008. Penanganan Sampah Menuju Kota Bersih dan Sehat. Jakarta. Bharatara Karya Aksara.
- Saputra, S. 2010. Perencanaan Material Recovery Facility di Kecamatan Gedangan Sidoarjo. Surabaya. Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS
- Setiani, V. 2012. Studi Emisi Karbon dari Sampah Permukiman di Kecamatan Kenjeran Kota Surabaya dengan Pendekatan IPCC dan US-EPA. Laporan Tugas Akhir. Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS.
- SNI 19-3964-1995. Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan

- SNI 19-2454-2002. Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan.
- Surur, M. 2006. Perencanaan Proyek Sistem Manajemen Sampah. <https://www.google.com/#q=persentase+pengolahan+sampah+perkotaan/core.kmi.open.ac.uk/download/pdf/12353595.pdf/>. Diakses pada 30 November 2013.
- Syadat, M. 2003. Perencanaan Awal Material Recovery Facility (MRF) Untuk Sampah Hotel Bintang V Di Kawasan Jl Basuki Rahmat – Jl Embong Malang – Jl Tunjungan Surabaya. Surabaya. Laporan Tugas Akhir. Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS.
- Syamrizal, A. 2009. Perencanaan Tempat Pengolahan Sampah Terpadu di Lingkungan PT Chevron Pacific Indonesia Duri-Riau. Surabaya. Laporan Tugas Akhir. Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H, dan Vigil, S. 1993. Integrated Solid Waste Management (Engineering Principles and Management Issue). Singapore. McGraw-Hill, Inc.
- Triyono. 2013. Kajian Pengembangan Pengolahan Sampah di Kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya. Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS
- Undang-undang No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah.
- Wibowo, A dan Darwin, T, D. 2007. Penanganan Sampah Terpadu. Jakarta.
- Winarta, Wayan, I., Trihadiningrum, Y., dan Warmadewanthi, IDAA. 2005. Strategi Pengelolaan Sampah Permukiman Dengan Pola Pendekatan Karakteristik Kawasan (Studi Kasus Kecamatan Cakranegara Kota Mataram). **Vol 6**.(2), Hal 139 - 144.
- Yansen, I, W dan Arnatha I, M. 2012. Analisis Finansial Pengelolaan Sampah Di Wilayah Kecamatan Mengwi Kabupaten Badung. Jurnal Ilmiah Teknik

- Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar. Hal 107 - 116.
- Yulianto, A., Adi, N, A., dan Priyambodo, L, H. 2010. Studi Potensi Pemanfaatan Biogas Sebagai Pembangkit Energi Listrik di Dusun Kaliurang Timur, Kelurahan Hargobinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta. Jurnal Teknik Lingkungan UII. Yogyakarta. **Vol 2**, (2), Hal. 65 – 77.
- Zubair, A. dan Haeruddin. 2011. Studi Potensi Daur Ulang Sampah di TPA Tamanggapa Kota Makassar. Makassar. Laporan Penelitian Fakultas Teknik. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.



LAMPIRAN GAMBAR  
TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR:

GAMBAR LAYOUT TPST  
MULYOAGUNG BERSATU

DISUSUN OLEH:

NAMA:  
MUHAMMAD DARMAWAN

NRP:  
3310-100-010

DISETUJUI OLEH:

DOSEN PEMBIMBING:  
Prof. Dr. Yulinah  
Trihadiningrum, M.App. Sc

NIP:  
19530706 1984 03 2 004

KETERANGAN:

A: Zona Penerimaan  
dan pemilahan

B: Zona penyimpanan  
limbah nasi & lapak  
sampah kering (plastik dan  
kertas)

C: Zona penyimpanan  
lapak sampah kering  
(karet, logam, plastik)

D: Zona Pengomposan

E: Kandang Kambing

F: Dapur

G: Kamar Mandi

H: Kantor & Ruang  
Administrasi

I: Pos Satpam

J: Gudang dan Mess  
Pegawai

K: Basecamp Karyawan

LAMPIRAN A

NOMOR: HALAMAN:

1

1

SKALA:

1: 100



LAMPIRAN GAMBAR  
TUGAS AKHIR

Judul Gambar:  
Peta Pelayanan Eksisting TPST  
Mulyoagung Bersatu

Disusun Oleh:

Nama:  
Muhammad Darmawan




NRP:  
3310-100-010

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing:  
Prof. Dr. Yuliana Trihadiningrum,  
M.App, Sc

NIP:  
19530706 1984 03 2 004

Legenda:

-  Daerah Pelayanan 1
-  Daerah Pelayanan 2
-  Daerah Pelayanan 3

Sumber Peta:

Peta Kecamatan Dau Dinas Cipta  
Karya dan Tata Ruang Kabupaten  
Malang, 2014

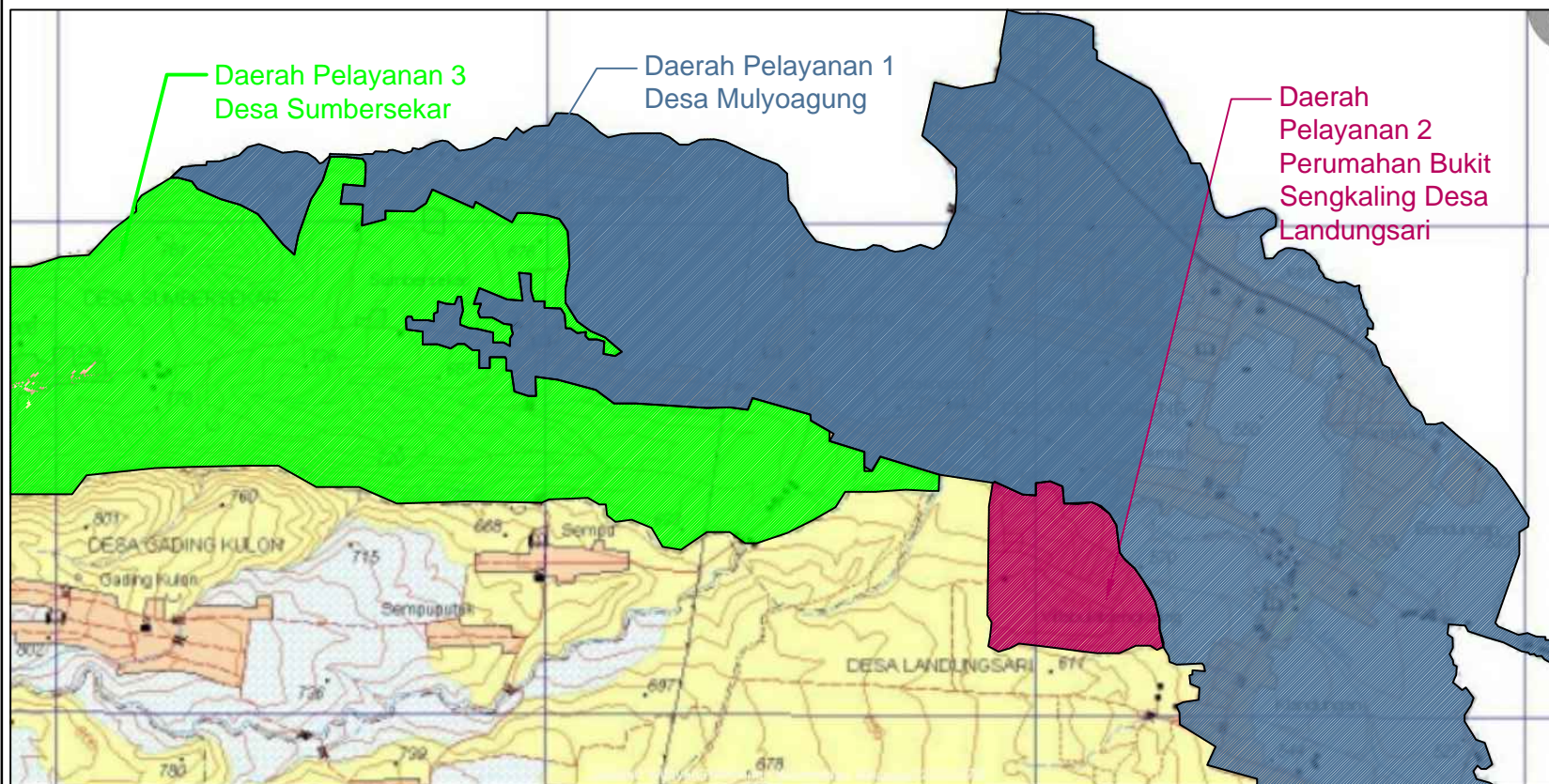
LAMPIRAN A

Nomor Gambar: Halaman:

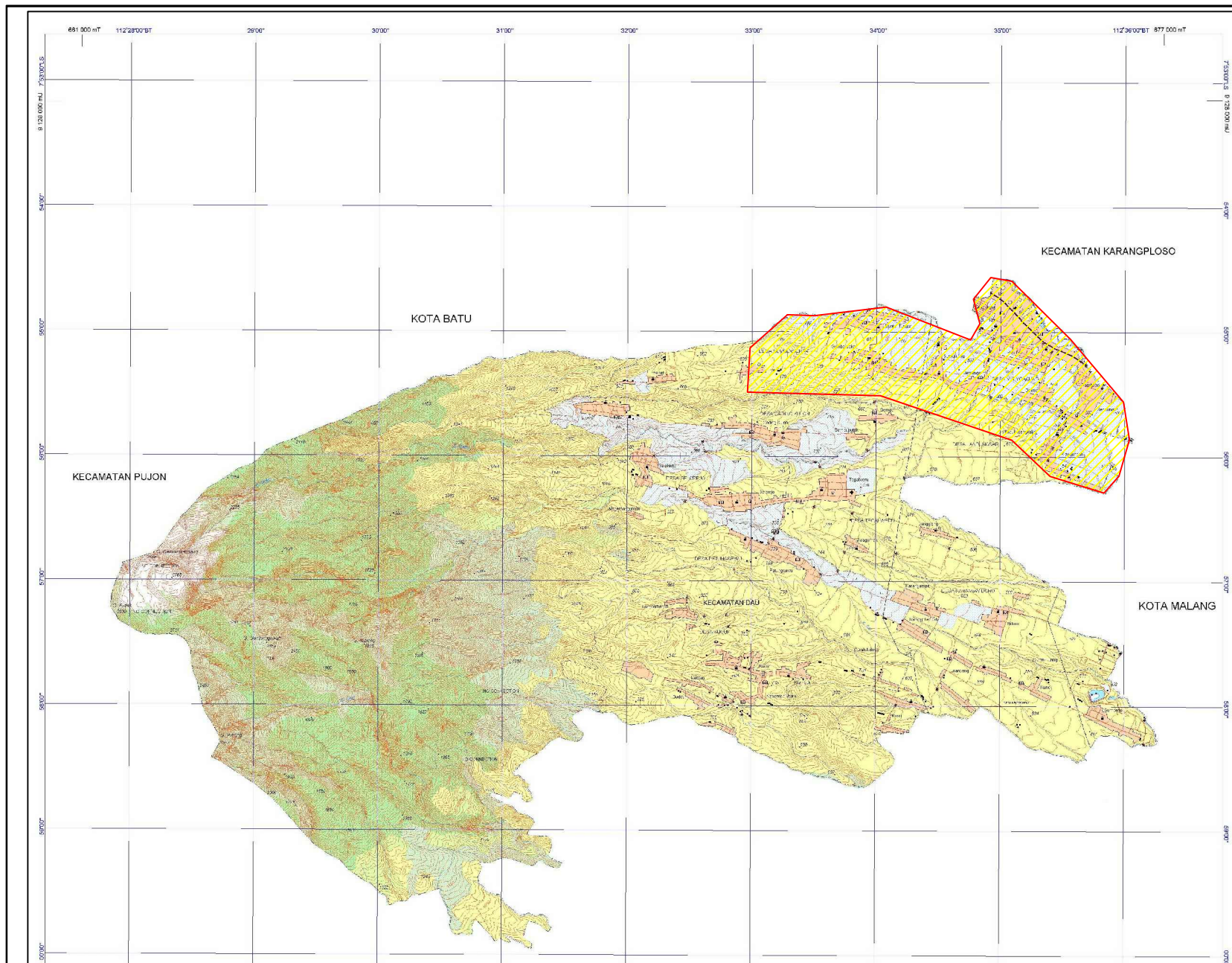
2

3

Skala:







**LAMPIRAN GAMBAR  
TUGAS AKHIR**

Judul Gambar:  
Peta Pelayanan Eksisting TPST  
Mulyoagung Bersatu

Disusun Oleh:

Nama:  
Muhammad Darmawan

NRP:

3310-100-010

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing:  
Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum,  
M.App, Sc

NIP:

19530706 1984 03 2 004

Legenda:

 Daerah Pelayanan  
TPST

Sumber Peta:

Peta Kecamatan Dau Dinas Cipta  
Karya dan Tata Ruang Kabupaten  
Malang, 2014

LAMPIRAN A

Nomor Gambar:	Halaman:
---------------	----------

3	5
---	---

Skala:







**LAMPIRAN GAMBAR**

**TUGAS AKHIR**

Judul Gambar:  
Peta Pelayanan Eksisting TPST  
Mulyoagung Bersatu

Disusun Oleh:

Nama:  
Muhammad Darmawan

NRP:

3310-100-010

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing:  
Prof. Dr. Yuliah Trihadiningrum,  
M.App. Sc

NIP:

19530706 1984 03 2 004

Legenda:

 Lokasi TPST

Sumber Peta:

Peta Kecamatan Dau Dinas Cipta  
Karya dan Tata Ruang Kabupaten  
Malang, 2014

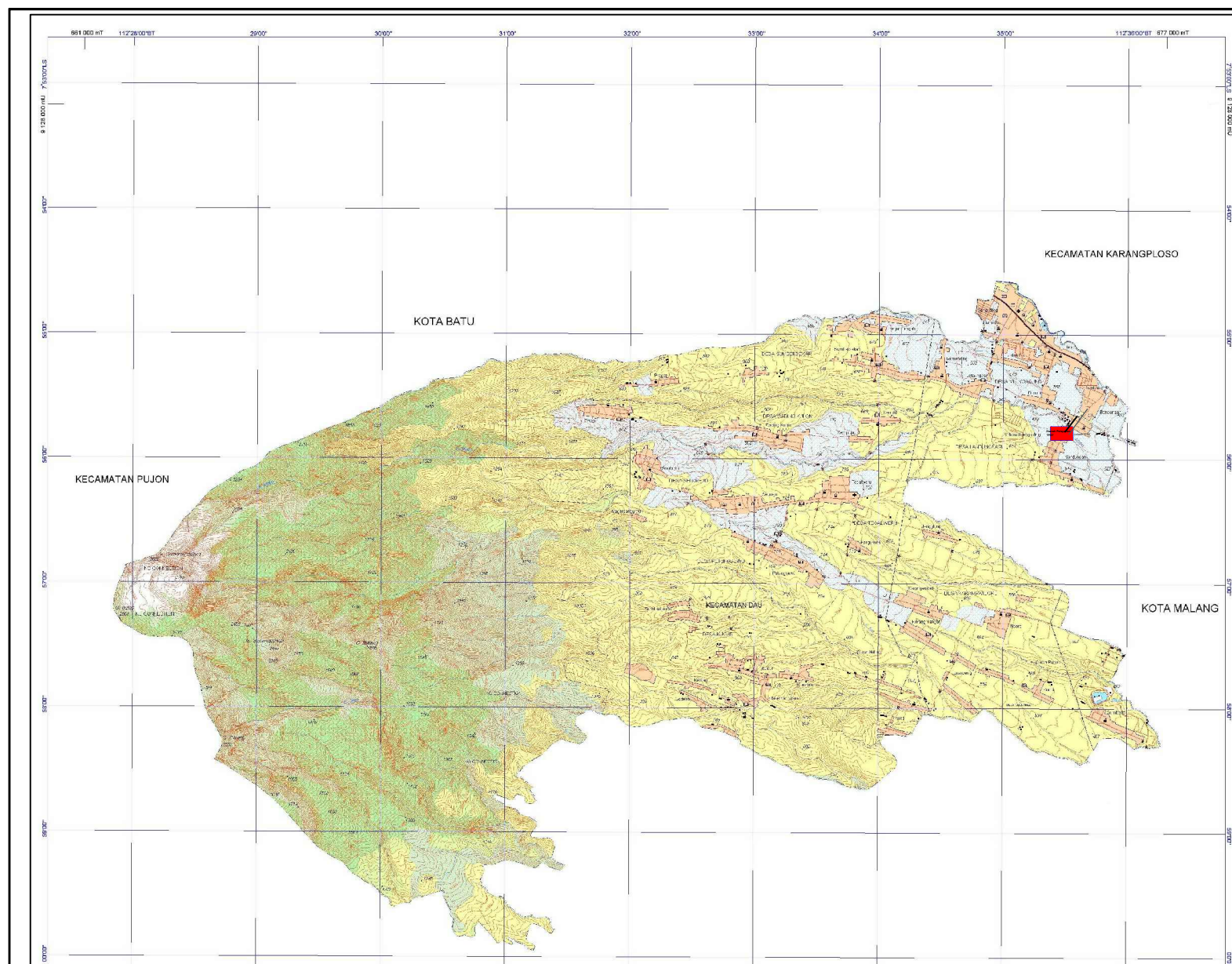
**LAMPIRAN A**

Nomor Gambar: Halaman:

4

7

Skala:



## **LAMPIRAN B**

### **DOKUMENTASI SAMPLING SAMPAH**



**Gambar B. 1 Dokumentasi pengambilan sampah di TPST dengan metode perempatan**



**Gambar B. 2 Penimbangan sampah sebanyak 100 kg untuk analisis komposisi sampah**



**Gambar B. 3 Proses pemilahan sampah**



**Gambar B. 4 Hasil pemilahan sampah yang akan ditimbang kembali**



**Gambar B. 5 Penimbangan komposisi sampah yang telah dipilah per komponen**

**“Halaman Sengaja Dikosongkan”**

## LAMPIRAN C

### HASIL PENGUKURAN SAMPAH DI TPST

#### C.1 Hasil Perhitungan Jumlah Kendaraan Pengumpul

Perhitungan jumlah kendaraan dilakukan pada pukul 05.00 WIB hingga pukul 13.00 WIB di TPST Mulyoagung Bersatu. Perhitungan ini dilakukan hanya dengan mencatat jumlah kendaraan yang masuk ke TPST Mulyoagung Bersatu setiap hari.

**Tabel C. 1 Perhitungan Jumlah Kendaraan**

No	Hari	Tanggal	Jumlah Gerobak	Jumlah Tossa	Jumlah Pick Up
1	Pertama	1/4/2014	10	12	6
2	Kedua	2/4/2014	10	11	2
3	Ketiga	3/4/2014	11	11	4
4	Keempat	4/4/2014	9	12	3
5	Kelima	5/4/2014	10	14	2
6	Keenam	6/4/2014	11	15	2
7	Ketujuh	7/4/2014	11	12	5
8	Kedelapan	8/4/2014	7	12	3
<b>RATA-RATA</b>			<b>10</b>	<b>12</b>	<b>3</b>

#### C.2 Pengukuran Volume dan Berat Sampah

Pengukuran volume disesuaikan dengan ukuran panjang dan lebar kendaraan, serta tinggi sampah di kendaraan. Seperti yang telah dijelaskan pada Bab 2 dan Bab 4, bahwa perhitungan volume adalah dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{Panjang (m)} \times \text{lebar (m)} \times \text{tinggi (m)} \dots\dots (\mathbf{B.1}) \\ \text{Volume} &= \dots\dots (\text{m}^3) \end{aligned}$$

Panjang dan lebar kendaraan pengumpul dapat dilihat pada **Bab 4** subbab **4.1.3**. Kemudian setelah mengetahui panjang, lebar, dan tinggi, maka dapat menghitung volume yang masuk. Hasil perhitungan volume dapat dilihat pada Tabel C.2.

**Tabel C. 2 Perhitungan Volume di masing-masing kendaraan selama 8 hari**

No	Hari	Tanggal	Volume Rata-rata (m3)		
			Gerobak	Becak Motor	Pick Up
1	Pertama	1/4/2014	0.9	2.6	4.6
2	Kedua	2/4/2014	0.9	2.7	4.9
3	Ketiga	3/4/2014	0.8	2.8	4.2
4	Keempat	4/4/2014	0.6	2.9	4.2
5	Kelima	5/4/2014	0.8	2.7	3.6
6	Keenam	6/4/2014	0.8	2.5	4
7	Ketujuh	7/4/2014	0.9	2.5	4.4
8	Kedelapan	8/4/2014	0.8	2.3	4.1
<b>RATA-RATA</b>			<b>0.8</b>	<b>2.6</b>	<b>4.3</b>

Pengukuran berat dilakukan dengan menggunakan timbangan gantung besi dengan kapasitas maksimum 300 kg. pengukuran berat hanya dilakukan pada satu hari selama sampling. Dikarenakan kurangnya waktu dalam mengukur semua kendaraan yang masuk setiap harinya.

Pengukuran berat sampah di kendaraan dilakukan dengan mengambil 3 unit kendaraan sampah dari 3 jenis kendaraan sampah yang digunakan. Misalkan gerobak diambil 3 unit untuk dihitung beratnya. Total yang diukur berat di kendaraan adalah 9 unit.

Sampah yang diambil dari masing-masing kendaraan yang telah ditetapkan secara acak, kemudian ditimbang dengan



menggunakan timbangan gantung. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel C.3.

**Tabel C. 3 Perhitungan Berat Sampah**

No	Nomor Kendaraan	Berat sampah (kg)	Berat rata- rata/jenis kendaraan (kg)
1	Gerobak	133.8	137.13
2	Gerobak	138.2	
3	Gerobak	139.4	
4	Becak Motor 4	533.7	453.6
5	Becak Motor 6	390.1	
6	Becak Motor 8	437	
7	Pick Up	1560.1	1683.3
8	Pick Up	1700.5	
9	Pick Up	1789.3	
Rata-rata (kg)		758.01	
Total (kg)		6822.10	

Setelah mengetahui berat sampah yang masuk dari kendaraan pengumpul, kemudian menghitung berat total sampah harian dari rata-rata jumlah kendaraan yang masuk. Misalkan dari berat rata-rata per jenis kendaraan (Lihat Tabel C.3) dari kendaraan gerobak adalah 137.13 kg. Rata-rata gerobak yang masuk ke TPST berjumlah 10 unit, sehingga total jumlah gerobak yang masuk adalah sebagai berikut:

Berat rata-rata gerobak = 137.13 kg  
 Rata-rata jumlah gerobak = 10 unit  
 Total Berat = 137.13 kg x 10 unit  
 = 1371.3 kg

Perhitungan berat untuk kendaraan becak motor dan *pick up* juga sama perhitungannya dengan gerobak. Sehingga hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 4.6 di Bab 4.



### C.3 Hasil analisis komposisi sampah di TPST

Hasil analisis komposisi ini bertujuan untuk mengetahui jumlah komponen sampah yang dimiliki oleh TPST Mulyoagung Bersatu setiap harinya. Langkah analisis komposisi dapat dilihat pada Bab 3, dan langkah pelaksanaan analisis komposisi dapat dilihat pada Lampiran B .

Analisis ini dilakukan selama 8 hari berturut-turut di TPST Mulyoagung Bersatu. Tabel C.4 dan C.5 menunjukkan tentang berat sampah yang telah diukur pada hari kesatu hingga hari kedelapan selama proses sampling sampah di TPST.

**Tabel C. 4 Pengukuran Berat Komposisi sampah hari kesatu hingga hari keempat**

No	Komposisi	Berat sampah (kg)			
		Hari ke - 1	Hari ke - 2	Hari ke - 3	Hari ke - 4
1	Sisa Makanan	12.9	12.86	15.2	17.12
2	Sampah Kebun	69.93	59.325	51.665	56.005
3	Plastik HDPE (Kantong Plastik)	4.6	3.96	3.77	3.515
4	Plastik LDPE (Plastik Roti, makanan, dsbnya)	2.5	2.435	5.685	4.68
5	Plastik PET (Botol Plastik, Botol Aqua, dsbnya)	0.8	0.81	1.62	0.425
6	Plastik Campuran		1.5	6.07	1.1
7	Kertas Kantor	0.1	0.37	0.49	0.43
8	Kertas Koran	0.4	1.53	1.33	1.26
9	Kertas Buku				
10	Kertas Campuran	2.8	4.2		3.48
11	Kertas Kardus				0.98
12	Diapers	3.9	6.6	6.98	6.07
13	Kabel		0.08		

No	Komposisi	Berat sampah (kg)			
		Hari ke - 1	Hari ke - 2	Hari ke - 3	Hari ke - 4
14	Kayu	0.32	0.455	1.475	0.165
15	B3		1.53	0.435	0.1
16	Kain/Tekstil	0.11	1.2	2.67	1.115
17	Kaca	1.4	1.7	1.155	1.19
18	Karet	0.04	0.54	0.06	0.465
19	Kaleng Alumunium	0.09	0.05		0.045
20	Kaleng Baja				0.055
21	Logam		0.1	0.16	0.075
22	Kulit		0.06	0.045	
23	Styrofoam	0.11	0.695	0.105	1.11
24	Lain-lain (Batu)			1.085	0.62
<b>TOTAL BERAT SAMPAH</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tabel C. 5 Pengukuran Berat Komposisi sampah hari kelima hingga hari kedelapan**

No	Komposisi	Berat sampah (kg)			
		Hari ke - 5	Hari ke - 6	Hari ke - 7	Hari ke - 8
1	Sisa Makanan	18.96	19.75	14.3	19.57
2	Sampah Kebun	46.685	39.345	52.865	54.2
3	Plastik HDPE (Kantong Plastik)	4.25	5.535	4.36	3.44
4	Plastik LDPE (Plastik Roti, makanan, dsbnya)	5.74	6.115	5.885	4.805
5	Plastik PET (Botol Plastik, Botol Aqua, dsbnya)	1.1	1.16	1.55	0.685

No	Komposisi	Berat sampah (kg)			
		Hari ke - 5	Hari ke - 6	Hari ke - 7	Hari ke - 8
6	Plastik Campuran	0.3			0.655
7	Kertas Kantor		0.295	0.235	0.115
8	Kertas Koran	0.92	0.595	1.845	1.16
9	Kertas Buku				0.085
10	Kertas Campuran	6.39	10.365	6.62	4.62
11	Kertas Kardus		0.16	1.25	0.32
12	Diapers	8.39	10.76	7.89	7.57
13	Kabel	0.03		0.1	
14	Kayu	0.63	0.76	0.38	0.765
15	B3	0.45	0.09	0.135	0.15
16	Kain/Tekstil	5.04	1	0.66	0.735
17	Kaca	0.23	3.165	1.48	0.71
18	Karet	0.35	0.4	0.1	0.105
19	Kaleng Alumunium	0.09	0.23	0.05	0.04
20	Kaleng Baja			0.095	0.06
21	Logam	0.355	0.075	0.055	0.08
22	Kulit				
23	Styrofoam	0.095	0.2	0.145	0.135
24	Lain-lain (Batu)				
<b>TOTAL BERAT SAMPAH</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Setelah mengetahui berat sampah dari hari kesatu hingga kedelapan, selanjutnya menentukan rata-rata berat sampah dari hari kesatu hingga kedelapan. Misalkan untuk mengetahui berat sampah basah, perhitungannya adalah sebagai berikut:

Total Berat Sampah Basah = 130.655 kg (hasil penjumlahan sampah basah di Tabel C4 dan C5)

Rata-rata berat =  $\frac{130.655 \text{ kg}}{8 \text{ hari}}$   
= 16.33 kg

Sehingga, setelah mengetahui berat rata-ratanya per hari, sehingga hasil tersebut dapat ditabelkan seperti Tabel C.6.

**Tabel C. 6 Hasil Perhitungan Rata-Rata Berat Sampah per hari**

No	Komposisi Sampah	Rata-rata berat per hari (kg)
1	Sisa Makanan	16.33
2	Sampah Kebun	53.75
3	Plastik HDPE (Kantong Plastik)	4.18
4	Plastik LDPE (Plastik Roti, makanan, dsbnya)	4.73
5	Plastik PET (Botol Plastik, Botol Aqua, dsbnya)	1.02
6	Plastik Campuran	1.93
7	Kertas Kantor	0.29
8	Kertas Koran	1.13
9	Kertas Buku	0.09
10	Kertas Campuran	5.50
11	Kertas Kardus	0.68
12	Diapers	7.27
13	Kabel	0.07
14	Kayu	0.62
15	B3	0.41

No	Komposisi Sampah	Rata-rata berat per hari (kg)
16	Kain/Tekstil	1.57
17	Kaca	1.38
18	Karet	0.26
19	Kaleng Alumunium	0.09
20	Kaleng Baja	0.07
21	Logam	0.13
22	Kulit	0.05
23	Styrofoam	0.32
24	Lain-lain (Batu)	0.85
<b>TOTAL BERAT SAMPAH TERMANFAATKAN</b>		102.70

Langkah selanjutnya adalah menghitung persentase sampah di TPST. Cara menghitung persentase sampah dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Persen (\%)} = \frac{\text{Berat Komposisi Sampah (kg)}}{\text{Berat Total Sampah (kg)}} \times 100\%$$

Misalkan untuk mengetahui persentase sampah sisa makanan, telah diketahui beratnya adalah 16.33 kg dari berat total 102.70 kg. maka menghitung persentasenya adalah sebagai berikut:

$$\text{Sisa makanan (\%)} = \frac{16.33 \text{ kg}}{102.70 \text{ kg}} \times 100\%$$

$$\text{Sisa makanan (\%)} = 15.90\%$$

Contoh perhitungan diatas berlaku sama untuk semua komponen sampah. Sehingga dapat ditabelkan seperti Tabel C.7.

**Tabel C. 7 Perhitungan Persentase Sampah di TPST**

<b>No</b>	<b>Komposisi</b>	<b>Persentase (%)</b>
<b>1</b>	Sisa Makanan	15.90
<b>2</b>	Sampah Kebun	52.34
<b>3</b>	Plastik HDPE (Kantong Plastik)	4.07
<b>4</b>	Plastik LDPE (Plastik Roti, makanan, dsbnya)	4.61
<b>5</b>	Plastik PET (Botol Plastik, Botol Aqua, dsbnya)	0.99
<b>6</b>	Plastik Campuran	1.87
<b>7</b>	Kertas Kantor	0.28
<b>8</b>	Kertas Koran	1.10
<b>9</b>	Kertas Buku	0.08
<b>10</b>	Kertas Campuran	5.35
<b>11</b>	Kertas Kardus	0.66
<b>12</b>	Diapers	7.08
<b>13</b>	Kabel	0.07
<b>14</b>	Kayu	0.60
<b>15</b>	B3	0.40
<b>16</b>	Kain/Tekstil	1.53
<b>17</b>	Kaca	1.34
<b>18</b>	Karet	0.25
<b>19</b>	Kaleng Alumunium	0.08
<b>20</b>	Kaleng Baja	0.07
<b>21</b>	Logam	0.13
<b>22</b>	Kulit	0.05
<b>23</b>	Styrofoam	0.32
<b>24</b>	Lain-lain (Batu)	0.83

No	Komposisi	Persentase (%)
TOTAL BERAT SAMPAH		100.00

Setelah mengetahui rata-rata sampah dan persentase yang diolah setiap hari. Maka selanjutnya menghitung nilai RF. Contoh perhitungan nilai RF dapat dilihat pada Subbab **4.2.3**.

## LAMPIRAN D

### HASIL PERHITUNGAN PROYEKSI PELAYANAN

Perhitungan proyeksi penduduk menggunakan 3 metode, yaitu:

a. Metode aritmatika;

Menurut Maindoka dan Pandjaitan (2011), metode aritmatika adalah perhitungan proyeksi penduduk yang didasarkan pada kenaikan rata-rata jumlah penduduk dengan menggunakan data terakhir dan rata-rata sebelumnya. Metode dengan cara ini merupakan perkembangan dan pertambahan jumlah penduduk akan bersifat linier. Persamaan perhitungan dengan metode aritmatika adalah sebagai berikut:

$$P_n = P_o + r (dn) \dots\dots\dots(D.1)$$

Dimana:

$P_n$  = jumlah penduduk akhir tahun periode(orang)

$P_o$  = jumlah penduduk pada awal proyeksi (orang)

$r$  = rata-rata pertumbuhan penduduk tiap tahun (%)

$dn$  = kurun waktu proyeksi (tahun)

Metode aritmatika ini sangat sesuai digunakan untuk daerah yang memiliki angka pertumbuhan penduduk yang rendah atau pada daerah dengan derajat pertumbuhan penduduk mantap apabila jumlah dan kepadatan penduduk menjadi maksimum.

b. Metode geometrik;

Menurut Maindoka dan Pandjaitan (2011), metode ini merupakan metode perhitungan dengan menghitung perkembangan populasi berdasarkan pada angka kenaikan penduduk rata-rata per tahun. Persentase pertumbuhan dapat dihitung dari data sensus tahun sebelumnya. Persamaan geometrik adalah sebagai berikut:

$$P_n = P_o (1+r)^{dn} \dots\dots\dots(D.2)$$

Dimana:



$P_n$  = jumlah penduduk akhir tahun periode(orang)  
 $P_o$  = jumlah penduduk pada awal proyeksi (orang)  
 $r$  = rata-rata pertumbuhan penduduk tiap tahun (%)  
 $dn$  = kurun waktu proyeksi (tahun)

Metode ini akan menghasilkan nilai proyeksi yang lebih tinggi, karena persentase pertambahan sesungguhnya tidak pernah tetap. Tetapi persentase tersebut akan menurun bilamana suatu daerah mencapai batas optimum. Sehingga metode ini dianggap sangat sesuai untuk proyeksi pada daerah dengan pertumbuhan penduduk yang tetap.

c. dan Metode *least square*.

Menurut Maindoka dan Pandjaitan (2011), metode ini umumnya digunakan pada daerah dengan tingkat pertumbuhan penduduknya cukup tinggi. Persamaan yang digunakan untuk perhitungan ini adalah sebagai berikut:

$$P_n = a + bN \dots\dots\dots(D.3)$$

Dimana:

$P_n$  = jumlah penduduk akhir tahun periode (orang)  
 $N$  = selisih tahun proyeksi (tahun)

Nilai a dan b dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut:

Nilai a dengan persamaan dibawah ini.

$$a = \frac{[\sum y(x^2)] + [(\sum x)(\sum x.y)]}{[n(\sum x^2)] + (\sum y)^2} \dots\dots\dots(D.4)$$

Sedangkan nilai b dihitung dengan persamaan dibawah ini.

$$b = \frac{n(\sum x.y) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \dots\dots\dots(D.5)$$

Nilai n merupakan jumlah data yang diperoleh dari data sebelumnya.

Dalam penentuan metode perhitungan yang akan digunakan, ditentukan berdasarkan harga koefisien korelasi yang mendekati angka 1. Sesuai atau tidaknya analisa yang digunakan, akan ditentukan menggunakan nilai koefisien korelasi yang berkisar antara 0 sampai 1. Persamaan koefisien korelasi adalah sebagai berikut (persamaan ini mutlak dalam semua metode):

$$r = \frac{n(\sum x.y) - (\sum x)(\sum y)}{\{[n(\sum y^2) - (\sum y)^2][n(\sum x^2) - (\sum x)^2]\}^{0.5}} \dots(\text{D.6})$$

Sama seperti sebelumnya, nilai  $n$  merupakan jumlah data. Sedangkan pada perhitungan tiap metode nilai  $x$  dan  $y$  berbeda tiap metode. Untuk metode aritmatika, nilai  $x$  merupakan urutan data mulai dari angka 0, sedangkan nilai  $y$  merupakan selisih antara jumlah penduduk tiap tahun. Untuk metode geometrik, nilai  $x$  merupakan urutan data mulai dari angka 1, sedangkan nilai  $y$  merupakan  $(\ln)$  dari jumlah penduduk. Untuk metode *least square* nilai  $x$  merupakan urutan data mulai angka 1, dan nilai  $y$  merupakan jumlah penduduk.

Proyeksi penduduk TPST Mulyoagung Bersatu menggunakan data KK yang dilayani dari tahun 2011 hingga tahun 2014. Data ini akan diproyeksikan selama 20 tahun setelah tahun 2014. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel D.1.

**Tabel D. 1 Data Jumlah Penduduk Daerah Pelayanan TPST**

No	Desa	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	Mulyoagung	11651	11460	11708	16537	11846	11806
2	Sumbersekar	5556	6133	6365	7648	6502	6571
3	Landungsari	8167	8062	8546	10771	9013	9131
Jumlah Penduduk		25374	25655	26619	34956	27361	27508

(Sumber: Dau Dalam Angka, 2013; dan Himpunan Data TPST, 2014)

Perhitungan secara aritmatika dapat dilihat pada contoh berikut ini. Misalkan nilai  $X$  pada tahun 1 dan tahun 2 adalah 1,

maka nilai Y merupakan hasil selisih antara nilai X pada tahun 0 dan 1. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

Nilai X tahun 1 = 0

Nilai X tahun 2 = 1

Nilai Y tahun 1 = 0

Nilai Y tahun 2 = P 2009- P2008  
 $= 11460 - 11651$   
 $= -191$

Maka nilai Y tahun 2 adalah 0. Setelah mengetahui nilai X dan Y kemudian mencari nilai r dengan menggunakan persamaan **D.6**. Hasil perhitungan secara aritmatika dapat dilihat pada Tabel **D.2** hingga **D.4**.

**Tabel D. 2 Perhitungan Proyeksi Desa Mulyoagung Secara Aritmatika**

Tahun	Jumlah	X	X <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	X.Y
2008	11651	0	0	0	0	0
2009	11460	1	1	-191	36481	-191
2010	11708	2	4	248	61504	496
2011	16537	3	9	4829	23319241	14487
2012	11846	4	16	-4691	22005481	-18764
2013	11806	5	25	-40	1600	-200
<b>Jumlah</b>		<b>15</b>	<b>55</b>	<b>155</b>	<b>45424307</b>	<b>-4172</b>
<b>r</b>				<b>-2.04185E-06</b>		

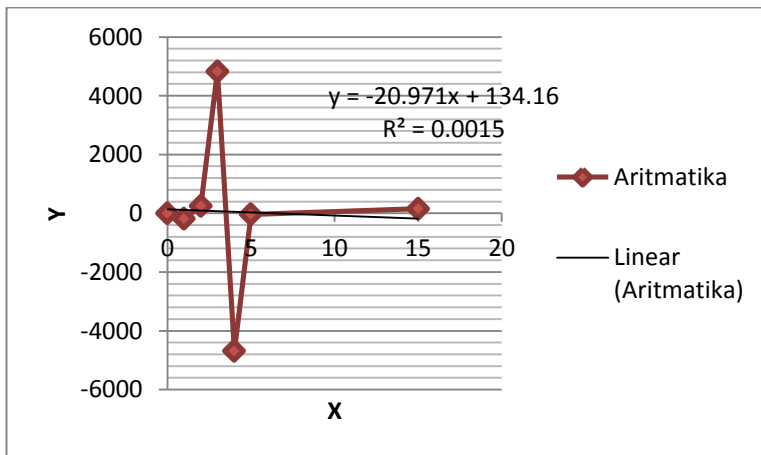
**Tabel D. 3 Perhitungan Proyeksi Desa Landungsari Secara Aritmatika**

Tahun	Jumlah	X	X <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	X.Y
2008	8167	0	0	-105	11025	0
2009	8062	1	1	484	234256	484
2010	8546	2	4	2225	4950625	4450
2011	10771	3	9	-1758	3090564	-5274
2012	9013	4	16	118	13924	472
2013	9131	5	25	-9131	83375161	-45655
<b>Jumlah</b>		<b>15</b>	<b>55</b>	<b>-8167</b>	<b>91675555</b>	<b>-45523</b>
<b>r</b>				<b>-5.36717E-06</b>		

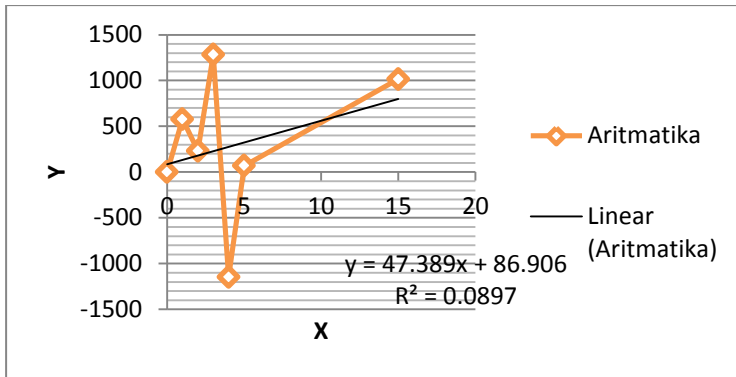
**Tabel D. 4 Perhitungan Proyeksi Desa Sumbersekar Secara Aritmatika**

Tahun	Jumlah	X	X <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	X.Y
2008	5556	0	0	0	0	0
2009	6133	1	1	577	332929	577
2010	6365	2	4	232	53824	464
2011	7648	3	9	1283	1646089	3849
2012	6502	4	16	-1146	1313316	-4584
2013	6571	5	25	69	4761	345
<b>Jumlah</b>		15	55	1015	3350919	15225
<b>r</b>		<b>7.74594E-05</b>				

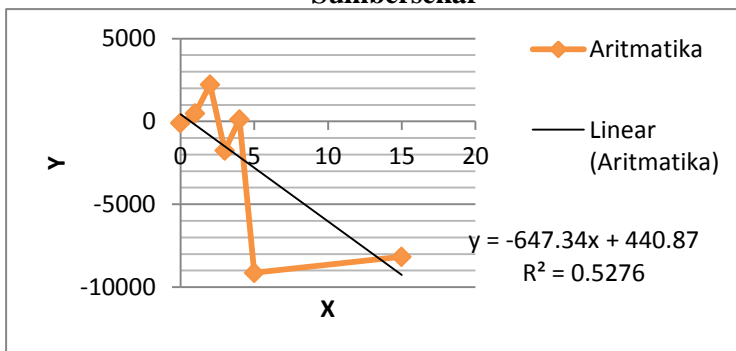
Setelah mengetahui nilai X, Y, dan r. hasil tersebut kemudian diplotkan pada grafik. Grafik persamaan aritmatika dapat dilihat pada gambar D.1 hingga D.3.



**Gambar D. 1 Grafik Persamaan Aritmatika Desa Mulyoagung**



**Gambar D. 2 Grafik Persamaan Aritmatika Desa Sumbersekar**



**Gambar D. 3 Grafik Persamaan Aritmatika Desa Landungsari**

Perhitungan secara geometrik dapat dilihat pada contoh berikut ini. Misalkan nilai X pada tahun 1 adalah 1 dan tahun 2 adalah 2. Sedangkan nilai Y merupakan nilai dari (ln) jumlah penduduk. Misalkan nilai Y pada tahun 1 adalah sebagai berikut:

Jumlah Penduduk Tahun 1	= 5556 Jiwa
Nilai Y tahun 1	= (ln) 5556
Nilai Y tahun 1	= 8.62

Maka nilai Y tahun 1 adalah 8.62. Setelah mengetahui nilai X dan Y kemudian mencari nilai r dengan menggunakan persamaan **D.6**. Hasil perhitungan secara geometrik dapat dilihat pada Tabel **D.5** hingga **D.7**.

**Tabel D. 5 Perhitungan Proyeksi Desa Sumbersekar Secara Geometrik**

Tahun	Jumlah	X	X <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	X.Y
2008	5556	1	1	8.62	74.35	8.62
2009	6133	2	4	8.72	76.06	17.44
2010	6365	3	9	8.76	76.71	26.28
2011	7648	4	16	8.94	79.96	35.77
2012	6502	5	25	8.78	77.09	43.90
2013	6571	6	36	8.79	77.27	52.74
<b>Jumlah</b>		<b>21</b>	<b>91</b>	<b>52.62</b>	<b>461.45</b>	<b>184.75</b>
<b>r</b>	<b>0.104913833</b>					

**Tabel D. 6 Perhitungan Proyeksi Desa Mulyoagung Secara Geometrik**

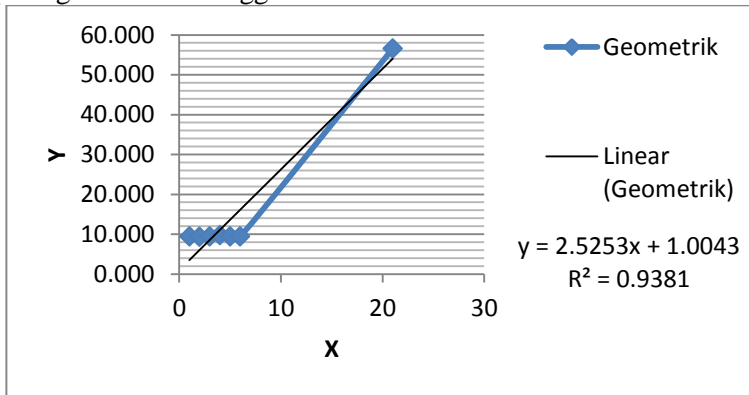
Tahun	Jumlah	X	X <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	X.Y
2008	11651	1	1	9.363	87.669	9.363
2009	11460	2	4	9.347	87.359	18.693
2010	11708	3	9	9.368	87.760	28.104
2011	16537	4	16	9.713	94.349	38.853
2012	11846	5	25	9.380	87.980	46.899
2013	11806	6	36	9.376	87.916	56.258
<b>Jumlah</b>		<b>21</b>	<b>91</b>	<b>56.547</b>	<b>533.033</b>	<b>198.171</b>
<b>r</b>	<b>0.024135903</b>					

**Tabel D. 7 Perhitungan Proyeksi Desa Landungsari Secara Geometrik**

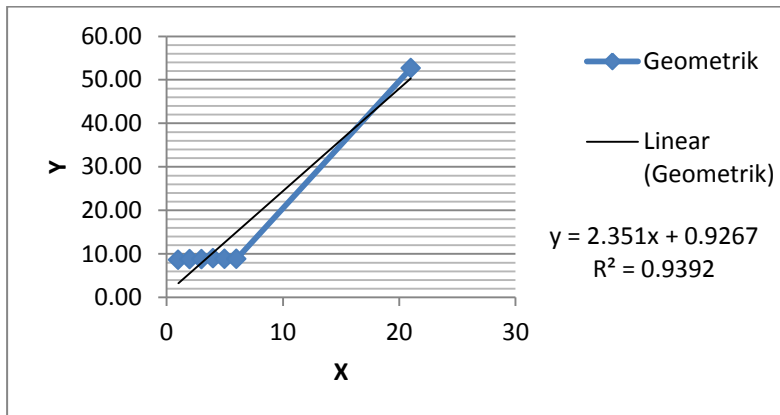
Tahun	Jumlah	X	X <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	X.Y
2008	8167	1	1	9.01	81.14	9.01
2009	8062	2	4	8.99	80.91	17.99
2010	8546	3	9	9.05	81.96	27.16
2011	10771	4	16	9.28	86.20	37.14
2012	9013	5	25	9.11	82.93	45.53
2013	9131	6	36	9.12	83.16	54.72
<b>Jumlah</b>		<b>21</b>	<b>91</b>	<b>54.57</b>	<b>496.31</b>	<b>191.54</b>

Tahun	Jumlah	X	X <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	X.Y
r		0.095500907				

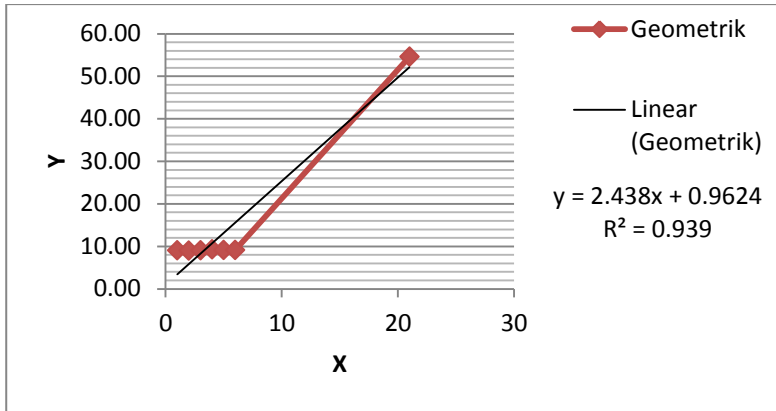
Setelah mengetahui nilai X, Y, dan r. hasil tersebut kemudian diplotkan pada grafik. Grafik persamaan geometrik dapat dilihat pada gambar **D.4** hingga **D.6**.



**Gambar D. 4 Grafik Persamaan Geometrik Desa Mulyoagung**



**Gambar D. 5 Grafik Persamaan Geometrik Desa Landungsari**



**Gambar D. 6 Grafik Persamaan Geometrik Desa Sumbersekar**

Perhitungan secara *least square* dapat dilihat pada contoh berikut ini. Misalkan nilai X pada tahun 1 adalah 1 dan tahun 2 adalah 2. Sedangkan nilai Y tahun 1 merupakan nilai dari jumlah penduduk tahun 1. Perhitungan nilai Y pada tahun 2 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah penduduk Tahun 1} &= 11651 \text{ Jiwa} \\
 \text{Jumlah penduduk Tahun 2} &= 11460 \text{ Jiwa} \\
 \text{Nilai Y Tahun 1} &= 11651 \\
 \text{Nilai Y Tahun 2} &= P \text{ Tahun 2} - P \text{ Tahun 1} \\
 &= 11651 - 11460 \\
 &= -191
 \end{aligned}$$

Maka nilai Y tahun 1 adalah 11651, dan tahun 2 adalah -191. Setelah mengetahui nilai X dan Y kemudian mencari nilai r dengan menggunakan persamaan D.6. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel D.8 hingga D.10.

**Tabel D. 8 Perhitungan Proyeksi Desa Mulyoagung Secara *Least Square***

Tahun	Jumlah	X	X <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	X.Y
2008	11651	1	1	11651	135745801	11651



Tahun	Jumlah	X	X <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	X.Y
2009	11460	2	4	-191	36481	-382
2010	11708	3	9	248	61504	744
2011	16537	4	16	4829	23319241	19316
2012	11846	5	25	-4691	22005481	-23455
2013	11806	6	36	-40	1600	-240
<b>Jumlah</b>		<b>21</b>	<b>91</b>	<b>11806</b>	<b>1.81E+08</b>	<b>7634</b>
<b>r</b>				<b>-2.03133E-06</b>		

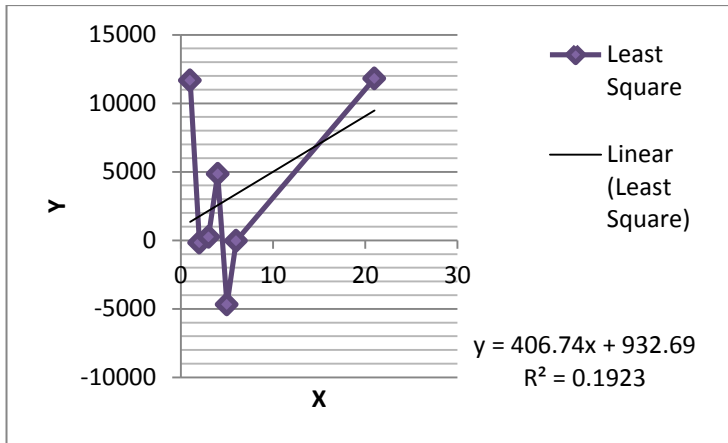
**Tabel D. 9 Perhitungan Proyeksi Desa Sumbersekar Secara  
*Least Square***

Tahun	Jumlah	X	X <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	X.Y
2008	5556	1	1	5556	30869136	5556
2009	6133	2	4	577	332929	1154
2010	6365	3	9	232	53824	696
2011	7648	4	16	1283	1646089	5132
2012	6502	5	25	-1146	1313316	-5730
2013	6571	6	36	69	4761	414
<b>Jumlah</b>		<b>21</b>	<b>91</b>	<b>6571</b>	<b>34220055</b>	<b>7222</b>
<b>r</b>				<b>-5.56002E-06</b>		

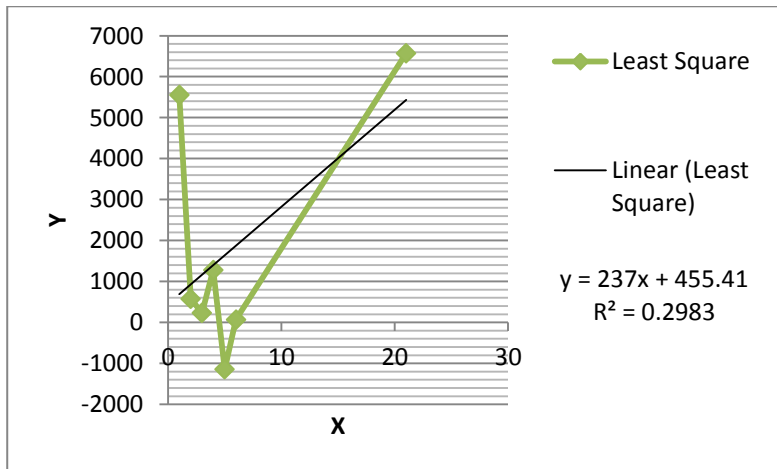
**Tabel D. 10 Perhitungan Proyeksi Desa Landungsari Secara  
*Least Square***

Tahun	Jumlah	X	X <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	X.Y
2008	8167	1	1	8167	66699889	8167
2009	8062	2	4	-105	11025	-210
2010	8546	3	9	484	234256	1452
2011	10771	4	16	2225	4950625	8900
2012	9013	5	25	-1758	3090564	-8790
2013	9131	6	36	118	13924	708
<b>Jumlah</b>		<b>21</b>	<b>91</b>	<b>9131</b>	<b>75000283</b>	<b>10227</b>
<b>r</b>				<b>5.89749E-08</b>		

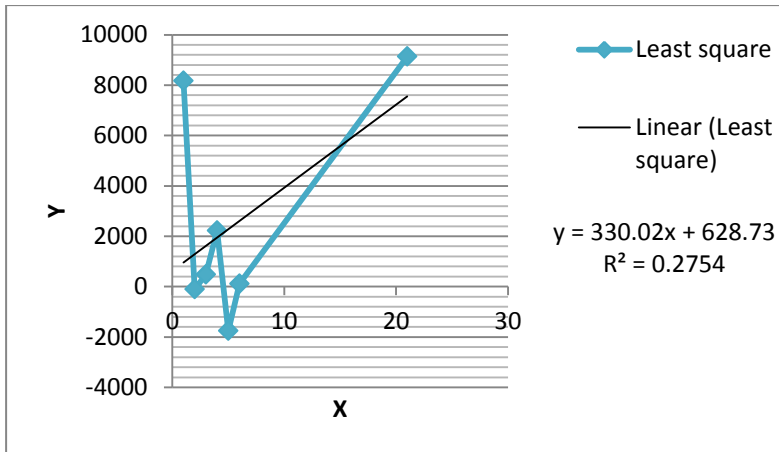
Setelah mengetahui nilai X, Y, dan r. hasil tersebut kemudian diplotkan pada grafik. Grafik persamaan *least square* dapat dilihat pada gambar **D.7** hingga **D.9**.



**Gambar D. 7 Grafik Persamaan Least Square Desa Mulyoagung**



**Gambar D. 8 Grafik Persamaan Least Square Desa Sumbersekar**



**Gambar D. 9 Grafik Persamaan Least Square Desa Landungsari**

Setelah mengetahui grafik dari masing-masing metode yang akan digunakan, selanjutnya adalah memilih metode yang akan digunakan. Pemilihan ini disesuaikan dengan nilai  $R^2$  pada grafik dari masing-masing metode. Metode dengan nilai  $R^2$  yang mendekati angka 1, maka metode itulah yang dipilih.

Berdasarkan ketiga grafik diatas, diketahui bahwa nilai yang mendekati angka 1 terletak pada metode geometrik. Nilai  $R^2$  dari metode ini adalah 0.9065 atau mendekati 1. Sehingga metode geometrik yang dipilih dalam menentukan proyeksi penduduk dari TPST Mulyoagung Bersatu.

Karena metode geometrik yang dipilih, maka persamaan yang digunakan dalam memproyeksikan pelayanan penduduk terletak pada persamaan **D.2**. Dimana persamaan ini sangat sesuai untuk penentuan peningkatan jumlah penduduk yang terlayani dalam kurun waktu tertentu.

## **BIODATA PENULIS**



Penulis dilahirkan di Ambon, 18 Oktober 1993. Penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara. Pendidikan formal yang ditempuh oleh penulis yaitu TK Al-Hillal Ambon (1998), SD Negeri 40 Ambon (1999), SMP Negeri 14 Ambon (2004), dan SMA Negeri 11 Ambon (2007). Setelah lulus SMA pada tahun 2010, dengan melalui jalur PKM ITS penulis diterima di Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS dan terdaftar dengan NRP 3310100010.

Selama masa kuliah di TL ITS, penulis sempat mengikuti beberapa kegiatan antara lain lomba debat bahasa inggris (perdelapan final), pelatihan karya tulis ilmiah TL ITS, LKTI bidang PKM-GT, pra LKMM TD, LKMM TD, dan sempat mengikuti kepanitiaan kegiatan pada Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) ITS seperti LITL 2012, EGS, Earth Week, dsbnya. Pada tahun 2011 penulis diterima sebagai anggota departemen Hubungan Luar HMTL ITS dan anggota EEEEC periode 11-12. Di tahun yang sama, penulis ditunjuk sebagai ketua regional IV (jawa timur) Ikatan Mahasiswa Teknik Lingkungan Indonesia atau IMTLI selama periode satu tahun jabatan. Dan pada tahun 2012 penulis ditunjuk sebagai koordinator tim ad-hoc AD ART HMTL dan Kepala Departemen Pengabdian Masyarakat IMTLI periode 2012-2013. Pelatihan dan seminar yang sempat diikuti selain LKMM dan LKTI antara lain adalah pelatihan ISO 14001, EYMC, seminar nasional sampah di Undip, dan lain sebagainya. Penulis dapat dihubungi pada alamat email berikut: [dharcjoin@gmail.com](mailto:dharcjoin@gmail.com).